



B STUK-B-TKO 3 / Toukokuu 2002

YMPÄRISTÖN SÄTEILYVALVONTA SUOMESSA

Vuosiraportti 2001

STRÅLNINGSÖVERVAKNING AV MILJÖN I FINLAND

Årsrapport 2001

SURVEILLANCE OF ENVIRONMENTAL RADIATION IN FINLAND

Annual Report 2001

Raimo Mustonen (ed.)

YMPÄRISTÖN SÄTEILYVALVONTA SUOMESSA

Vuosiraportti 2001

STRÅLNINGSÖVERVAKNING AV MILJÖN I FINLAND

Årsrapport 2001

SURVEILLANCE OF ENVIRONMENTAL RADIATION IN FINLAND

Annual Report 2001

Raimo Mustonen (ed.)

ISBN 951-712-569-0 (sid.)
ISBN 951-712-570-4 (pdf)
ISSN 1457-6082

Dark Oy, Vantaa 2002

MUSTONEN Raimo (toim.). Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2001. STUK-B-TKO 3. Helsinki 2002. 54 s.

Avainsanat: säteilyvalvonta, ulkoinen säteily, ilma, laskeuma, vesi, maito, elintarvikkeet, ihminen

Esipuhe

Ympäristön säteilyvalvonnan päätavoitteena on olla jatkuvasti tietoinen siitä säteilystä, jolle väestö altistuu. Toisena tavoitteena on havaita kaikki merkittävät muutokset ympäristön säteilytasoissa ja radioaktiivisten aineiden esiintymisessä ympäristössä. Säteilyvalvonnalla varmistetaan, että väestön altistuminen säteilylle ei ole ristiriidassa säteilysuojelun perusperiaatteiden kanssa ja että säteilylainsäädännössä asetettuja annosrajoja ei ylitetä. Jatkuvatoimisella säteilyvalvonnalla myös ylläpidetään ja kehitetään valmiutta reagoida nopeasti ja asiantuntevasti poikkeuksellisiin säteilytilanteisiin.

Ympäristön säteilyvalvontaan kuuluu keinotekoisien säteilyn ja keinotekoisien radioaktiivisten aineiden valvonta ympäristössä. Luonnonsäteily ja luonnon radioaktiiviset aineet eivät kuulu ympäristön säteilyvalvonnan piiriin, vaikka valtaosa väestön säteilyaltistuksesta saadaankin luonnonsäteilystä. Altistumista luonnonsäteilylle valvotaan erikseen silloin, kun on aiheellista epäillä, että luonnon radioaktiiviset aineet aiheuttavat väestölle poikkeuksellisen suuria säteilyannoksia (mm. radon sisäilmassa ja luonnon radioaktiiviset aineet talousvedessä).

Suomessa ympäristön säteilyvalvonnasta vastaa Säteilyturvakeskus (STUK). Valvontavelvoite perustuu Säteilyturvakeskuksesta annettuun asetukseen ja toisaalta säteilyasetukseen. Myös Euratom-sopimus velvoittaa Euroopan Unionin jäsenmaita jatkuvasti valvomaan radioaktiivisuuden tasoja ilmassa, vedessä ja maaperässä. Säteilyturvakeskuksen lisäksi myös Ilmatieteen laitos ja puolustusvoimat seuraavat omilla havaintoasemillaan säteilyn esiintymistä ympäristössä.

Tämä raportti sisältää yhteenvedon ympäristön säteilyvalvonnan tuloksista vuonna 2001 sekä eräitä vertailuja aikaisempien vuosien tuloksiin. Raportin tulokset ovat Säteilyturvakeskuksen, Ilmatieteen laitoksen ja Puolustusvoimien teknillisen tutkimuslaitoksen valvonta-asemilta. Ydinvoimalaitosten lähiympäristön säteilyvalvonnasta vastaavat voimayhtiöt ja niiden valvontatulokset raportoidaan erikseen raporttisarjassa STUK-B-YTO.

Säteilyturvakeskuksen yhteistyökumppanit ympäristön säteilyvalvonnassa keräävät ja toimittavat näytteitä analysoitavaksi, osallistuvat kokokehomittauksiin, tai vastaavat keräysasemien toiminnasta. Säteilyturvakeskus haluaa kiittää hyvästä yhteistyöstä ulkoisen säteilyn valvontaverkon asemien hoitajia sekä seuraavia laitoksia: Puolustusvoimat, Ilmatieteen laitos, Ilmatieteen laitoksen Sodankylän observatorio, Kaakkois-Suomen rajavartiosto, Lapin rajavartiosto, Ilmailulaitoksen Jyväskylän lentoasema, Kotkan pelastuskeskus, Kaakkois-Suomen ympäristökeskus, Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, Lapin ympäristökeskus, Turun ja Oulun vesilaitokset, Helsingin kaupungin terveysvirasto/Marian sairaala, Tampereen yliopistollinen keskussairaala, Lapin keskussairaala, Helsingin Yhteislyseo, Hatanpään yläaste ja lukio, Rovaniemen koulutoimi/Korkalovaaran yläaste ja lukio

Tämä raportin tarkoituksena on antaa tietoa ympäristön säteilytilanteesta Suomessa kaikille asiasta kiinnostuneille. Säteilyturvakeskus toimittaa säännöllisesti valvontatietoja myös Euroopan komissiolle ja tämä raportti on yhteenveto komissiolle toimitetuista tiedoista. Raportti on myös löydettävissä Säteilyturvakeskuksen kotisivuilta osoitteessa: www.stuk.fi.

Raimo Mustonen
Apulaisjohtaja

MUSTONEN Raimo (red.). Strålningsövervakning av miljön i Finland. Årsrapport 2001. STUK-B-TKO 3. Helsingfors 2002. 54 s.

Nyckelord: strålningsövervakning, yttre strålning, luft, nedfall, vatten, mjölk, livsmedel, människa

Företal

Huvudsyftet med övervakningen av strålning i miljön är att man fortlöpande kan hålla reda på, vilken strålning befolkningen utsätts för. Ett annat syfte är att man kan upptäcka alla betydande förändringar av strålningsnivåerna i miljön och förekomsten av radioaktiva ämnen. Med övervakningen säkras, att befolkningen inte bestrålas i strid med huvudprinciperna för strålskydd och att dosgränserna i strålskyddslagstiftningen inte överskrids. Den kontinuerliga bevakningen också upprätthåller och utvecklar beredskapen att reagera snabbt och sakkunnigt i exceptionella strålningslägen.

I Finland är det Strålsäkerhetscentralen som ansvarar för övervakningen av strålning. Uppgiften ges i förordningen om Strålsäkerhetscentralen och förordningen om strålskydd. Euratomfördraget förpliktar medlemsländerna i Europeiska unionen att fortlöpande övervaka radioaktivitetsnivåerna i luft, vatten och jordmån. Förutom Strålsäkerhetscentralen följer också Meteorologiska institutet och försvarsmakten med strålningen i miljön via sina egna mätstationer.

Rapporten innehåller sammandrag av övervakningsresultaten år 2001 samt några jämförelser med tidigare år. Mätningarna har gjorts på Strålsäkerhetscentralens, Meteorologiska institutets och Försvarsmaktens tekniska forskningscentralers mätstationer. Kraftbolagen ansvarar för strålövervakningen i kärnkraftverkens närområden, och om deras mätresultat rapporteras separat.

Strålsäkerhetscentralens samarbetspartners inom miljöstråltillsynen samlar in prov och sänder in dem till analys, deltar i helkroppsmätningar eller sköter mätstationernas verksamhet. Strålsäkerhetscentralen tackar följande institut för gott samarbete: Försvarsmakten, Meteorologiska institutet, Meteorologiska institutets observatorium i Sodankylä, Gränsbevakningen i sydöstra Finland, Gränsbevakningen i Lappland, Luftfartsverkets flygstation i Jyväskylä, Räddningscentralen i Kotka, Sydöstra Finlands miljöcentral, Norra Österbottens miljöcentral, Lapplands miljöcentral, Vattenverk i Åbo och Uleåborg, Helsingfors stads hälsovårdsverk / Maria sjukhus, Tammerfors universitets centralsjukhus, Lapplands centralsjukhus, Gymnasiet Helsingin Yhteislyseo, Hatanpää högstadium och gymnasium, Rovaniemi skoldistrikt/Korkalovaara högstadium och gymnasium.

Syftet med denna rapport är att förmedla kunskap om strålningsläget i den finländska miljön till alla intresserade. Strålsäkerhetscentralen förmedlar regelbundet uppgifter om övervakningen till Europeiska kommissionen och denna rapport är ett sammandrag av de uppgifter som sänts till kommissionen. Rapporten kan hittas också på Strålsäkerhetscentralens hemsidor i adressen: www.stuk.fi.

Raimo Mustonen
Biträdande direktör

MUSTONEN Raimo (ed.). Surveillance of environmental radiation in Finland. Annual Report 2001. STUK-B-TKO 3. Helsinki 2002. 54 pp.

Key words: radiation surveillance, external radiation, airborne radioactivity, deposition, water, milk, foodstuffs, human body

Preface

The main goal of the surveillance of environmental radioactivity is to be always aware of levels of radiation to which the public is exposed. Another goal is to detect all remarkable changes in levels of environmental radiation and radioactivity. Compliance with the basic safety standards laid down for protection of health of the general public against dangers arising from ionising radiation can be ensured with environmental radiation surveillance. Running of surveillance programmes on continuous basis also maintains and develops competence and readiness to respond to radiological emergencies.

Surveillance of environmental radioactivity in Finland is one of the official obligations of the Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK). This obligation is based on the national and the European Communities' legislation. The Finnish radiation protection legislation appoints STUK as the national authority responsible for surveillance of environmental radioactivity, and the Euratom Treaty assumes continuous monitoring of levels of radioactivity in the air, water and soil in the Member States. In Finland, also the Finnish Meteorological Institute (FMI) and the Defence Forces are monitoring environmental radiation at their own stations.

This report summarises the results of environmental radiation surveillance in 2001. The report also contains some comparisons with results from the previous years. The results are collected from monitoring programmes of STUK, FMI and the Defence Forces Research Institute of Technology. Nuclear power plant licensees are responsible for environmental surveillance in the vicinity of nuclear power plants in Finland. Those results are reported elsewhere.

STUK's partners in surveillance of environmental radioactivity are collecting and delivering environmental samples for laboratory analyses, or are participating in whole-body counting. STUK would like to express its gratitude to the following institutions for the successful co-operation: Defence Forces, Finnish Meteorological Institute, FMI Observatory of Sodankylä, Southeast Finland Regional Environment Centre, North Ostrobothnia Regional Environment Centre, Lapland Regional Environment Centre, Southeast Finland Frontier Guard District, Lapland Frontier Guard District, Jyväskylä Airport, Rescue Centre of Kotka, Water works of Turku and Oulu. Health Department of Helsinki/Maria Hospital, Tampere University Central Hospital, Lapland Central Hospital, Secondary school of Helsingin yhteislyseo, Secondary school of Hatanpää in Tampere, Secondary school of Korkalovaara in Rovaniemi.

This report is addressed to all who are interested in environmental radioactivity in Finland. STUK delivers monitoring data also to the European Commission on regular basis, and this report is a summary of the results delivered to the Commission. The report is also available at the STUK's home pages www.stuk.fi.

Raimo Mustonen
Deputy Director

Sisällysluettelo

ESIPUHE	3
SISÄLLYSLUETTELO	6
1 YHTEENVETO	9
2 ULKOINEN SÄTEILY	12
3 ULKOILMAN RADIOAKTIIVISET AINEET	17
4 ULKOILMAN KOKONAISBEETA-AKTIIVISUUS	24
5 LASKEUMAN RADIOAKTIIVISET AINEET	29
6 PINTAVEDEN RADIOAKTIIVISET AINEET	33
7 JUOMAVEDEN RADIOAKTIIVISET AINEET	37
8 MAIDON RADIOAKTIIVISET AINEET	41
9 ELINTARVIKKEIDEN RADIOAKTIIVISET AINEET	46
10 RADIOAKTIIVISET AINEET IHMISESSÄ	50

Innehållsförteckning

FÖRTAL	4
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	7
1 SAMMANDRAG	10
2 EXTERN STRÅLNING	13
3 RADIOAKTIVA ÄMNEN I UTELUFT	18
4 TOTAL BETAAKTIVITET I UTELUFT	25
5 RADIOAKTIVA ÄMNEN I NEDFALL	30
6 RADIOAKTIVA ÄMNEN I YTVATTEN	34
7 RADIOAKTIVA ÄMNEN I DRICKSVATTEN	38
8 RADIOAKTIVA ÄMNEN I MJÖLK	42
9 RADIOAKTIVA ÄMNEN I LIVSMEDEL	47
10 RADIOAKTIVA ÄMNEN I MÄNNISKOKROPPEN	51

Contents

PREFACE	5
CONTENTS	8
1 SUMMARY	11
2 EXTERNAL RADIATION	14
3 AIRBORNE RADIOACTIVE SUBSTANCES	19
4 GROSS BETA ACTIVITY OF GROUND-LEVEL AIR	26
5 RADIONUCLIDES IN DEPOSITION	31
6 RADIOACTIVE SUBSTANCES IN SURFACE WATER	35
7 RADIOACTIVE SUBSTANCES IN DRINKING WATER	39
8 RADIOACTIVE SUBSTANCES IN MILK	43
9 RADIOACTIVE SUBSTANCES IN FOODSTUFFS	48
10 RADIOACTIVITY IN MAN	52

1 Yhteenveto

Tämä raportti on kansallinen yhteenveto ympäristön säteilyvalvonnan tuloksista Suomessa vuonna 2001. Raporttiin ovat tuloksia toimittaneet Säteilyturvakeskuksen lisäksi myös Ilmatieteen laitos ulkoilman kokonaisbeeta-aktiivisuudesta ja Puolustusvoimien teknillinen tutkimuslaitos ulkoilman radioaktiivisista aineista yhdellä valvonta-asemalla.

Ympäristön säteilyvalvontaohjelma sisältää ulkoisen annosnopeuden jatkuvan ja automaattisen monitoroinnin, ulkoilman radioaktiivisten aineiden ja kokonaisbeeta-aktiivisuuden monitoroinnin, radioaktiivisen laskeuman, pinta- ja juomaveden, maidon ja elintarvikkeiden radioaktiivisuuden säännöllisen monitoroinnin sekä ihmisen kehossa olevien radioaktiivisten aineiden monitoroinnin.

Vuoden 2001 tulokset osoittavat, että ympäristössä olevat keinotekoiset radioaktiiviset aineet ovat peräisin vuoden 1986 Tshernobylin onnettomuudesta ja ilmakehässä 1950- ja 1960-luvuilla tehdyistä ydinkokeista. Näiden lisäksi havaittiin viisi kertaa erittäin pieniä määriä lyhytikäistä

jodi-131 isotooppia ja kolme kertaa koboltti-60 isotooppia ulkoilmassa. Näiden aineiden pitoisuudet olivat kuitenkin niin pieniä, ettei niiden esiintymisellä ollut mitään vaikutuksia ihmisten terveydelle.

Suomalaiset saavat eri säteilylähteistä keskimäärin vuoden aikana noin 4 mSv säteilyannoksen. Valtaosa tästä säteilyannoksesta aiheutuu maaperässä olevista luonnon radioaktiivisista aineista ja kosmisesta säteilystä. Ympäristön keinotekoisien radioaktiivisten aineiden aiheuttama säteilyaltistus vuonna 2001 oli merkityksettömän pieni kokonaissäteilyaltistukseen verrattuna. Keinotekoisien radioaktiivisten aineiden arvioidaan aiheuttaneen vuonna 2001 keskimäärin noin 0,02 - 0,03 mSv keskimääräisen säteilyannoksen, eli alle 1 % lisäyksen väestön kokonaissäteilyaltistukseen.

Vuoden 2001 tulokset osoittavat myös, että vuoden aikana ei tapahtunut sellaisia radioaktiivisten aineiden päästöjä ympäristöön, joilla olisi haittavaikutuksia ihmisen terveydelle tai ympäristölle.

1 Sammandrag

Denna rapport är ett nationellt sammandrag av strålningsövervakning av miljön i Finland år 2001. Huvuddelen av resultaten är från Strålsäkerhetscentralen, men i rapporten ingår uppgifter även från Meteorologiska institutet angående total betaaktivitet i uteluft och från en mätstation vid Försvarmaktens Tekniska Forskningsinstitut angående radioaktiva ämnen i uteluft.

Miljöstråltillsynens program omfattar fortlöpande automatisk monitorering av extern dosrat, monitorering av radioaktiva ämnen och total betaaktivitet i uteluft, regelbunden monitorering av radioaktivt nedfall, radioaktivitet i yt- och dricksvatten, mjölk och livsmedel samt radioaktiva ämnen i människokroppen.

Resultaten för år 2001 visar, att de artificiella radioaktiva ämnena i miljön härrör från olyckan i Tjernobyl år 1986 och från kärnvapenprov i atmosfären på 1950- och 1960-talet. Fem gånger har dessutom observerats ytterst små mängder kortli-

vad jod-131 isotop och tre gånger kobolt-60 isotop i uteluften. Dessa ämnen förekom dock i så små halter, att de inte har haft någon inverkan på människors hälsa.

Finländarnas stråldos från olika strålningskällor är årligen i medeltal 4 mSv. Huvuddelen därav härrör från naturliga radioaktiva ämnen i marken och från den kosmiska strålningen. Artificiella radioaktiva ämnen stod år 2001 för en obetydligt liten del av bestrålningen jämfört med den totalstråldosen. De artificiella ämnena beräknas ha orsakat i medeltal cirka 0,02 - 0,03 mSv stråldos år 2001, eller mindre än 1 % tillägg till befolkningens totalstråldos.

Resultaten för Finland år 2001 visar också, att under året hände det inga sådana utsläpp av radioaktiva ämnen till miljön som skulle ha haft någon skadeverkan på människors hälsa eller på miljön.

1 Summary

This report is the national summary of the results obtained in surveillance of environmental radioactivity in Finland in 2001. The Finnish Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK) has produced most of the results, but also the Finnish Meteorological Institute and the Defence Forces Research Institute of Technology have delivered results to this report, on gross beta activity in outdoor air and on airborne radioactive substances, respectively.

The surveillance programme on environmental radioactivity contains continuous and automated monitoring of external dose rate in air, regular monitoring of radioactive substances and gross beta activity in outdoor air, radioactive substances in deposition, in surface and drinking water, milk, foodstuffs, and in human body.

The results of 2001 show that artificial radionuclides in the environment originate from the Chernobyl accident in 1986 and from atmospheric nuclear tests performed in 1950's and 1960's. In

addition to these, very small amounts of short-lived artificial iodine-131 isotope and cobalt-60 isotope in outdoor air were detected five and three times, respectively. Their concentrations were, however, so small that their appearance had no impact to human health or the environment.

The average annual dose of Finns, received from different radiation sources, is about 4 mSv. Majority of this annual dose is caused by natural radionuclides in soil and bedrock, and by the cosmic radiation. The exposure to radiation of artificial radionuclides in the environment in 2001 was insignificant compared with the total annual dose. In 2001, artificial radionuclides in the environment were estimated to cause about 0.02 - 0.03 mSv radiation dose, or less than 1% increase to the total radiation exposure of the population.

The results also show that in 2001 there were no such environmental releases of radioactive substances which would have any harmful effects on human health or the environment.

2 Ulkoinen säteily

Suomessa säteilyn ulkoista annosnopeutta valvotaan reaaliaikaisella ja kattavalla mittausasemaverkolla. STUKin ja paikallisten pelastusviranomaisten ylläpitämään automaattiseen valvontaverkkoon kuuluu noin 290 GM-antureilla varustettua mittausasemaa (Kuva 2.1). Myös Ilmatieteen laitos ja puolustusvoimat seuraavat ulkoisen säteilyn annosnopeutta omilla havaintoasemillaan. Lisäksi kunnilla on valmiudet ulkoisen säteilyn manuaaliseen valvontaan. Kuvassa 2.2 on esimerkki valvonta-aseman säteilyanturista.

Tulosten keruu

STUKin automaattisen valvontaverkon tuottamat mittaustulokset kerätään normaalisti kerran vuorokaudessa ja talletetaan säteilyvalvonnan tietojärjestelmään USVAan. Sen keskuslaitteisto sijaitsee STUKin tiloissa ja tietoliikenne keskuslaitteiston ja mittausasemien välillä tapahtuu pääasiassa yleisen puhelinverkon kautta.

Hälytysten käsittely

Mikäli jollakin verkon asemalla säteilytaso ylittää hälytysrajan ($0,4 \mu\text{Sv h}^{-1}$), asema välittää hälytysviestin sekä USVAan että Helsingin hätäkeskukseen. Samalla käynnistyy automaattinen mittausasemien luku noin 100 km säteellä hälyttäneen aseman ympäristössä. Myös hälytyksen syyn selvittäminen alkaa välittömästi.

Säteilyannos

Suomessa ulkoisen säteilyn tausta-annosnopeus vaihtelee välillä $0,04 - 0,3 \mu\text{Sv h}^{-1}$ maaperästä, vuodenajasta ja säätilasta riippuen. Vuoden 2001 aikana valvonnassa ei havaittu poikkeamia taustasäteilystä.

Suurin osa ulkoisesta annoksesta aiheutuu maaperän luonnollisesta radioaktiivisuudesta ja avaruuden kosmisesta säteilystä. Maaperässä olevista keinotekoisista radioaktiivisista aineista (lähinnä Tšernobyl-laskeumasta) aiheutui suomalaisille vuonna 2001 keskimäärin $0,02 \text{ mSv}$ ulkoisen säteilyannos. Tämä on vain noin yksi kahdeskymmenesosa maaperän ja rakennusmateriaalien sisältämien luonnon radioaktiivisten aineiden aiheuttamasta keskimääräisestä ulkoisen säteilyn vuosiannoksesta.

Tulosten välittäminen eteenpäin

STUK toimitti vuonna 2001 päivittäin yhdeksän eri puolella Suomea sijaitsevan mittausaseman yhden tunnin tulokset julkisille www-sivuilleen (www.stuk.fi). Kahdeksan aseman mittaustulokset on esitetty kuvassa 2.3.

STUK toimittaa päivittäin ulkoisen säteilyn mittaustuloksia myös Euroopan komissiolle sekä ylläpitää palvelinta, josta muut maat voivat halutessaan hakea Suomen säteilytietoja.

Yhteyshenkilö: Juhani Lahtinen, Säteilyturvakeskus (juhani.lahtinen@stuk.fi).

2 Extern strålning

Den extern strålningsraten i Finland övervakas i realtid med ett heltäckande nät för övervakning av strålning. I Strålsäkerhetscentralens och de lokala räddningstjänstmyndigheternas automatiska övervakningsnät ingår ca 290 mätstationer som försetts med GM-detektorer (bild 2.1). Även Meteorologiska institutet och försvarsmakten följer med den extern strålningsraten med sina egna mätstationer. Dessutom har kommunerna beredskap att manuellt övervaka extern strålning. Ett exempel av mätstationens detektor visas i bild 2.2.

Registrering av mätvärdena

Mätvärdena från Strålsäkerhetscentralens automatiska övervakningsnät registreras normalt en gång i dygnet och deponeras i stråltillsynens datasystem USVA. Dess centraldator finns på Strålsäkerhetscentralen och datatrafiken mellan centraldatorn och mätstationerna sker i huvudsak via det vanliga telefonnätet.

Hantering av alarm

Om strålningsnivån på någon mätstation i nätet överstiger larmgränsen $0,4 \mu\text{Sv h}^{-1}$, så sänder stationen ett alarmmeddelande till både USVA och Helsingforsregionens alarmcentral. Samtidigt startar en automatisk avläsning av mätstationerna inom ca 100 km radie från den alarmerande stationen. Utredningen av orsaken till alarmet inleds även omedelbart.

Stråldos

I Finland varierar den extern strålningens bakgrundsdosrat inom intervallet $0,04 - 0,3 \mu\text{Sv h}^{-1}$ beroende på jordmån, årstid eller väderlek. Inga avvikelser från bakgrunds-nivån observerades i den extern strålningen under år 2001.

Den största delen av stråldosen från extern strålningen förorsakas av naturlig radioaktivitet i jordmån och den kosmiska strålningen. Artificiella radionuklider i jordmån orsakade år 2001 i medeltal $0,02 \text{ mSv}$ stråldos till finländarna. Detta är ca. en tjugondedel av den årlig extern dos, som naturliga radionuklider i jordmån och byggnadsmaterialer orsakar.

Förmedling av mätvärdena

Under år 2001 visade Strålsäkerhetscentralen dagligen mätvärdena från nio mätstationer på olika håll i Finland på sina offentliga www-sidor (www.stuk.fi). Mätvärdena från åtta stationer finns i bild 2.3.

Strålsäkerhetscentralen sänder även dagligen mätvärden för den extern strålningen till Europakommissionen samt upprätthåller en server, där andra länder vid behov kan avläsa uppgifter om strålningen i Finland.

Kontaktperson: Juhani Lahtinen, Strålsäkerhetscentralen (juhani.lahtinen@stuk.fi)

2 External radiation

Finland has an automatic nation-wide monitoring network for external dose rate, which consists of some 290 stations equipped with GM tubes (Fig. 2.1). The maintenance and development of the network are carried out by STUK in close co-operation with local emergency authorities. In addition, the Finnish Meteorological Institute and the Defence Forces have their own monitoring stations, and the municipalities maintain preparedness for performing manual radiation measurements in case of a radiological emergency. An example of radiation detector is shown in Figure 2.2.

Data collection

In normal conditions the monitoring results from the automatic network are collected once a day and stored in the data management system (USVA) of radiation surveillance. The central hardware of the USVA system is located in the facilities of STUK, and the data communication between the central equipment and monitoring stations is based on the use of the public telephone network.

Handling of alarms

If the dose rate at any monitoring station exceeds a pre-set alarm level of $0.4 \mu\text{Sv h}^{-1}$ the station in question automatically sends alarm messages both to the USVA system and to the regional alarm centre of Helsinki. USVA then forwards the message to the GSM phones of radiation officers on duty and starts a special procedure in order to gather the latest measurement data from the stations situated within a distance of about 100 kilo-

metres from the alarming station. Also activities aiming at finding out the cause of alarm will be commenced as soon as possible after the alarm.

Radiation dose

The background dose rate in Finland varies from 0.04 to $0.3 \mu\text{Sv h}^{-1}$ depending on the soil type, season and weather conditions. During the year 2001 no radiation levels higher than normal background were observed.

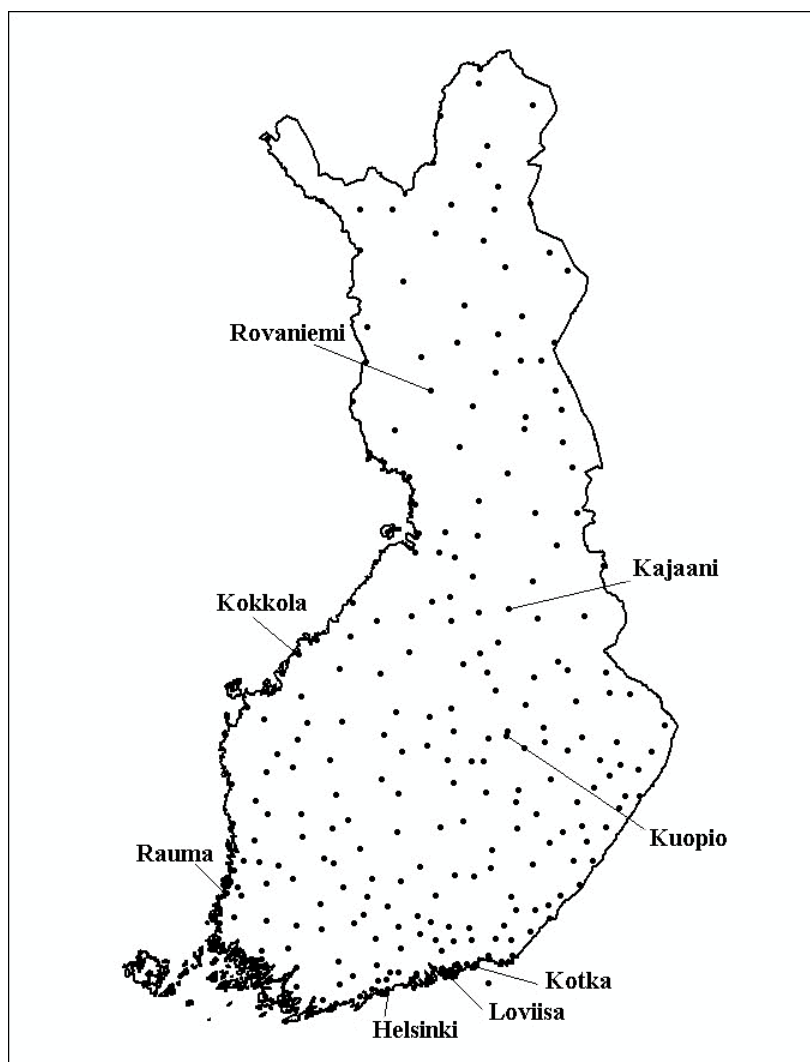
The major part of the radiation dose from external radiation is caused by natural radioactivity in soil and by cosmic radiation. Artificial radionuclides in soil were estimated to cause an average dose of 0.02 mSv to Finns in 2001. This is about one twentieth of the annual external dose due to natural radioactivity in soil and in construction materials.

Delivering of data

All monitoring stations are read every day early in the morning. The data are mean values of dose rates during one hour. Monitoring data from nine stations are available on the public home pages of STUK (www.stuk.fi). The whole-year data from eight of the stations are shown in Fig. 2.3.

STUK sends once a day dose-rate data to the European Commission and maintains a server that can be accessed by authorised foreign organisations whenever they are interested in the Finnish radiation data.

Contact person: Juhani Lahtinen, Radiation and Nuclear Safety Authority (juhani.lahtinen@stuk.fi)



Kuva 2.1. Ulkoisen säteilyn valvontaverkon automaattiset mittausasemat. Kuvassa nimettyjen asemien mittaus-tulokset on esitetty kuvassa 2.3.

Bild 2.1. Automatiska mätstationer i nätet för extern strålning. På bilden utpekas de mätstationer, vars mätvärdet finns i bild 2.3.

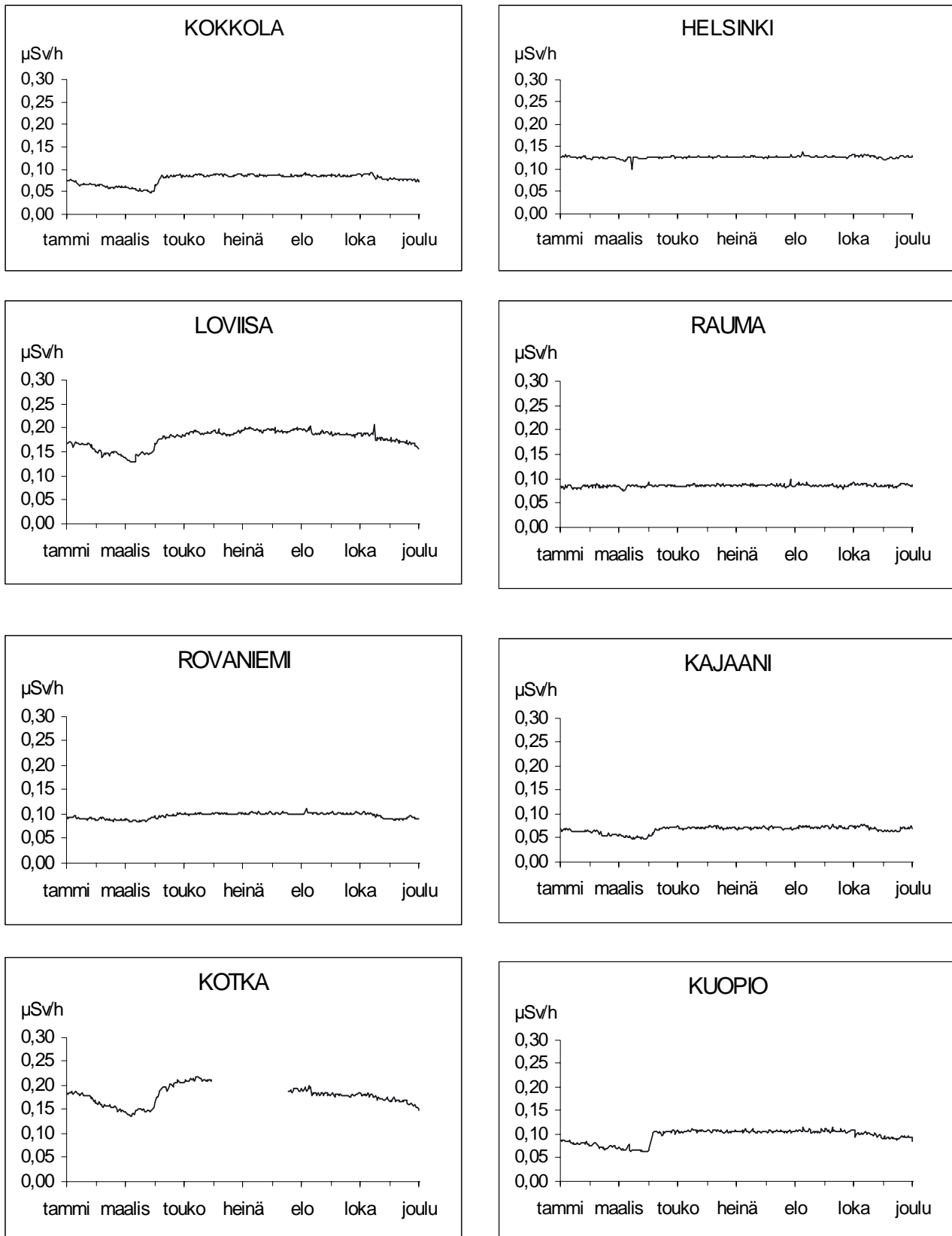
Fig. 2.1. Automatic dose-rate monitoring stations. The names refer to stations whose results are shown in Fig. 2.3.



Kuva 2.2. Ulkoisen säteilyn valvonta-aseman mittausanturi (8459 Kestilä).

Bild 2.2. Detektor av en mätstation för extern strålning (8459 Kestilä).

Fig. 2.2. Detector of an automatic dose-rate monitoring station (8459 Kestilä).



Kuva 2.3. Ulkoisen säteilyn annosnopeus kahdeksalla mittausasemalla vuonna 2001. Pitkähkö katkos Kotkan valvonta-aseman toiminnassa johtui laiterikosta.

Bild 2.3. Extern dosrater vid åtta mätstationer år 2001. Det långa avbrottet för Kotkastationens del beror på söndrig detektor.

Fig. 2.3. Observed radiation levels at eight monitoring stations in 2001. The long gap in the data from Kotka was due to a broken detector system.

3 Ulkoilman radioaktiiviset aineet

STUK valvoo pintailman radioaktiivisten aineiden pitoisuutta kahdeksalla ja Puolustusvoimat yhdellä paikkakunnalla eri puolilla Suomea (Kuva 3.1). Molempien ydinvoimalaitosten ympäristössä - Loviisassa ja Olkiluodossa - on neljä voimayhtiöiden valvonta-asemaa. Yhteenveto voimalaitoksien ympäristöjen säteilyvalvonnasta julkaistaan raportisarjassa STUK-B-YTO.

Näytteiden keräys

Ulkoilman sisältämiä radioaktiivisia aineita valvotaan keräämällä suuri määrä ilmaa suodattimen läpi, jolloin ilmassa olevat radioaktiiviset aineet jäävät suodattimeen. Lasikuitusuodatin kerää radioaktiivisia aineita sisältävät hiukkaset; aktiivihiihluodatin puolestaan pidättää kaasumaisia aineita kuten radioaktiivista jodia. Näytteiden keräys tehdään erityisillä tätä varten suunnitelluilla kerääjillä. Helsingissä STUKin toimipisteessä sijaitseva laitteisto kerää, käsittelee ja analysoi näytteen sekä raportoi tulokset automaattisesti (Kuva 3.2).

Näytteiden käsittely ja mittaus

Tarkkojen laboratoriossa tehtävien analyysien avulla suodattimista voidaan havaita hyvin pienet määrät radioaktiivisia aineita. Laboratoriossa lasikuitusuodatin puristetaan napiksi, asetetaan muovipurkkiin ja mitataan gammaspektrometrillä. Radioaktiivisten aineiden havaitsemisraja ($\mu\text{Bq m}^{-3}$) on nuklidikohtainen ja riippuu mm. suodate-

tusta ilmamäärästä, näytteen sisältämistä muista radioaktiivisista aineista, näytteen iästä, mittaustajasta, ilmaisimen havaitsemistehokkuudesta ja taustasuojasta (Taulukko I). Havaitsemisrajat ovat tyypillisesti alle miljardisosia siihen pitoisuuteen nähden, joka aiheuttaisi väestön suojaustoimenpiteitä.

Tulokset

Kuvassa 3.3 on esitetty ^{137}Cs -pitoisuuden viikko-keskiarvo havaintoasemittain. Kuva 3.4 puolestaan esittää Helsingin seudun ^{137}Cs -pitoisuuden vuorokausiarvot vuonna 2001. Kuvassa 3.5 on ^{137}Cs -pitoisuuden pitkän aikavälin tulokset Helsingin seudulla.

Pieniä määriä muita kuin Tshernobyl-onnettomuudesta peräisin olevia radioaktiivisia aineita havaittiin kahdeksan kertaa vuoden aikana. Havainnot on esitetty taulukossa II. Vastaavanlaisia normaalia poikkeavia havaintoja tehdään yleensä toistakymmentä kertaa vuodessa. Aineiden varmaa alkuperää on usein vaikea osoittaa. Radioaktiivisten aineiden määrät olivat kuitenkin niin pieniä, ettei niistä aiheudu mitään terveyshaittoja. Vuonna 2001 suomalaiset saivat ulkoilman keinotekoisista radioaktiivisista aineista keskimäärin noin $0,000001 \text{ mSv}$ säteilyannoksen.

Yhteyshenkilö: Teemu Siiskonen, Säteilyturvakeskus (teemu.siiskonen@stuk.fi).

3 Radioaktiva ämnen i uteluft

Strålsäkerhetscentralen övervakar halten av luftburna radioaktiva ämnen nära jordytan på åtta orter och försvarsmakten på en ort i Finland (bild 3.1). Nära kärnkraftverken i Lovisa och Olkiluoto har kraftbolagen fyra mätstationer, och deras resultat rapporteras på Strålsäkerhetscentralens rapportserie STUK-B-YTO.

Insamling av prov

Radioaktiva ämnen i uteluften övervakas genom att stora mängder luft pumpas genom ett filter, varvid de radioaktiva ämnena fastnar i filtret. Ett glasfiberfilter fångar partiklar som kan innehålla radioaktiva partiklar, och ett filter av aktivt kol fångar gasformiga ämnen, t.ex. radioaktivt jod. Proven insamlas med en apparat som enkom planerats för detta ändamål. En utrustning på Strålsäkerhetscentralen i Helsingfors insamlar provet, hanterar och analyserar det samt rapporterar mätresultaten automatiskt (bild 3.2).

Hantering och mätning av proven

Med hjälp av noggranna analyser i laboratorier kan ytterst små mängder radioaktiva ämnen som fastnat i filtren observeras. I laboratoriet komprimeras ett glasfiberfilter till en knapp, som placeras i en plastburk och mäts med en gammaspektrometer. Observationsgränsen uttrycks i $\mu\text{Bq m}^{-3}$

och beror bl.a. på vilken nuklid det gäller, hur stor mängd luft som passerat filtret, andra radioaktiva ämnen i provet, provets ålder, mättiden, detektorns känslighet samt skyddet mot bakgrundsstrålning (Tabell I). Observationsgränserna är i allmänhet under en miljarddel av den koncentrationnivå som skulle föranleda åtgärder för att skydda befolkningen.

Mätresultat

Bild 3.3 visar ^{137}Cs -koncentrationernas veckomedeltal på mätstationer under år 2001. Bild 3.4 visar dagliga ^{137}Cs -koncentrationer i Helsingfors år 2001 och bild 3.5 visar ^{137}Cs -koncentrationer på en längre tidsintervall i Helsingfors regionen.

Ytterst små mängder radioaktiva ämnen, som inte härrör från Tjernobyl olyckan, observerades 8 gånger år 2001 (Tabell II). I allmänhet görs årligen ett tiotal motsvarande observationer som avviker från det normala och det är ofta svårt att fastställa varifrån ämnena kommit. Mängderna av radioaktiva ämnen var dock så små, att de inte utgörde en hälsorisk. År 2001 fick finländarna i medeltal ca. 0,000001 mSv stråldos från artificiella radioaktiva ämnen i luften.

Kontaktperson: Teemu Siiskonen, Strålsäkerhetscentralen (teemu.siiskonen@stuk.fi).

3 Airborne radioactive substances

STUK operates eight sampling stations for nationwide monitoring of airborne radioactive substances. Defence Forces has one station (Fig. 3.1). In addition, four samplers are located around each of the nuclear power plants in Loviisa and Olkiluoto. Their results are reported elsewhere.

Sampling

Sampling is performed using a specially designed sampler which filtrates large amounts of air. Airborne radioactive particles are deposited on glass-fibre filters whereas charcoal filters are used for gaseous species such as iodine. The samplers are manually operated but the one located in the headquarters of STUK, Helsinki, is fully automated: it filtrates radioactive substances from the air, monitors the dose rate above the filter in real-time, changes the filter, prepares the filter for on-site high-resolution gamma-ray analysis and reports the data in www-pages (Fig. 3.2).

Pre-treatment and analysing

Small quantities of radioactive material may be detected in the samples using sophisticated laboratory analyses. In the laboratory the glass-fibre filters are compressed, substituted into plastic beakers and analysed with a high-resolution gamma-ray spectrometer. Nuclide-specific minimum

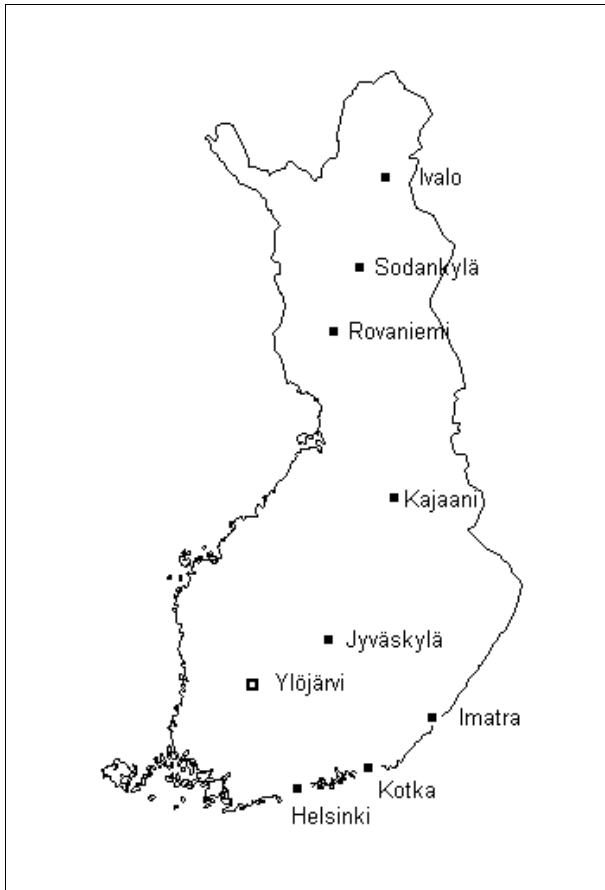
detectable concentration ($\mu\text{Bq m}^{-3}$) depends on filtered air volume, activity of other radionuclides in the sample, measuring time and decay time before the measurement, detection efficiency and background shield (Table I). Detection limits are typically billion times smaller than the concentrations that may cause protective actions.

Results

Weekly averages of ^{137}Cs concentrations in outdoor air at the monitoring stations are shown in Figure 3.3. Figure 3.4 presents the daily ^{137}Cs concentrations in Helsinki and Figure 3.5 shows the long-time trend of ^{137}Cs concentration in Helsinki area.

Very small quantities of radioactive substances, not originated from the Chernobyl accident, were detected 8 times in outdoor air in 2001. This is typical amount of such anomalous observations in a year. The concentrations of these radionuclides were, however, so small that they had no health implications. Often the origin of these anomalous radionuclides is difficult to identify. Airborne artificial radioactive substances were estimated to cause about 0,000001 mSv radiation dose to Finns in 2001.

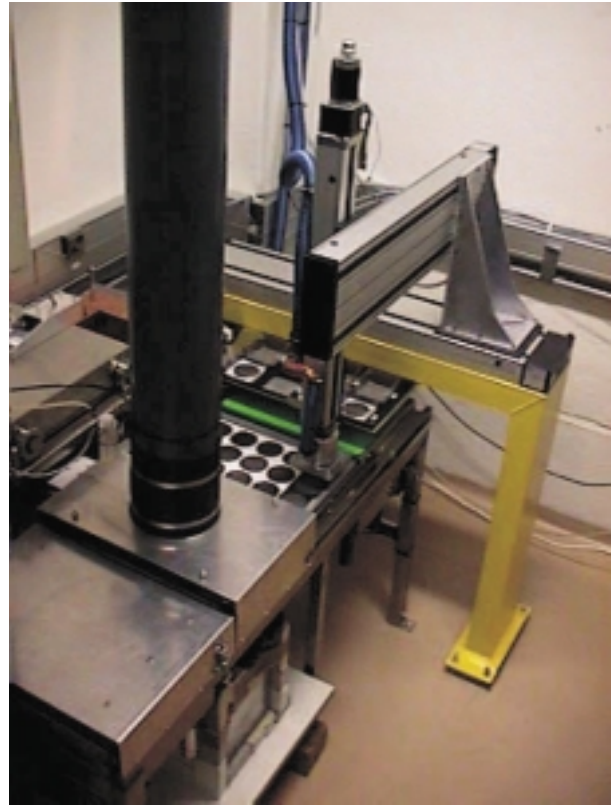
Contact person: Teemu Siiskonen, Radiation and Nuclear Safety Authority (teemu.siiskonen@stuk.fi).



Kuva 3.1. Ulkoilman ja laskeuman sisältämien radioaktiivisten aineiden monitorointiasemat. Puolustusvoimat ylläpitää Ylöjärven asemaa ja analysoi ilmankerääjän näytteet. STUK ylläpitää muita asemia ja analysoi niiden näytteet.

Bild 3.1. Mätstationer för radioaktiva ämnen i uteluft och nedfall. Försvarsmakten har en station i Ylöjärvi och analyserar luftproven. Strålsäkerhetscentralen upprätthåller de övriga stationerna och analyserar proven från dem.

Fig. 3.1. Sampling locations for airborne radioactive substances and deposition.



Kuva 3.2. Helsingissä sijaitseva automaattinen ilman aerosolien suurtehokeräjä.

Bild 3.2. Den automatiskt högeffektiva samlaren som insamlar luftburen aerosoler i Helsingfors.

Fig. 3.2. Automatic high-volume air sampler in Helsinki.

Taulukko I. Ilmankerääjien virtausnopeudet, näytteenvaihtotiheydet, eräiden radionuklidien tyypilliset havaitsemisraajat sekä beryllium-7 (^7Be) pitoisuuden tyypilliset vaihteluvälit. Beryllium-7 on luonnon radionuklidi, jota syntyy ilmakehässä kosmisen säteilyn ja ilmakehän atomien välisissä reaktioissa.

Tabell I. Luftflödet genom filtret, provtagningsfrekvenserna, typiska observationsgränser för några radionuklider, samt typiska halter av beryllium-7 (^7Be). Beryllium-7 är en naturlig radionuklid som skapas i reaktioner mellan kosmisk strålning och atomer i atmosfären.

Table I. Flow rates of the high-volume air samplers, the sampling frequencies, typical detection limits for some radionuclides and typical concentrations of Beryllium-7 (^7Be) in outdoor air. Beryllium-7 is a natural radionuclide which originates from nuclear reactions between the cosmic radiation and atoms of the atmosphere.

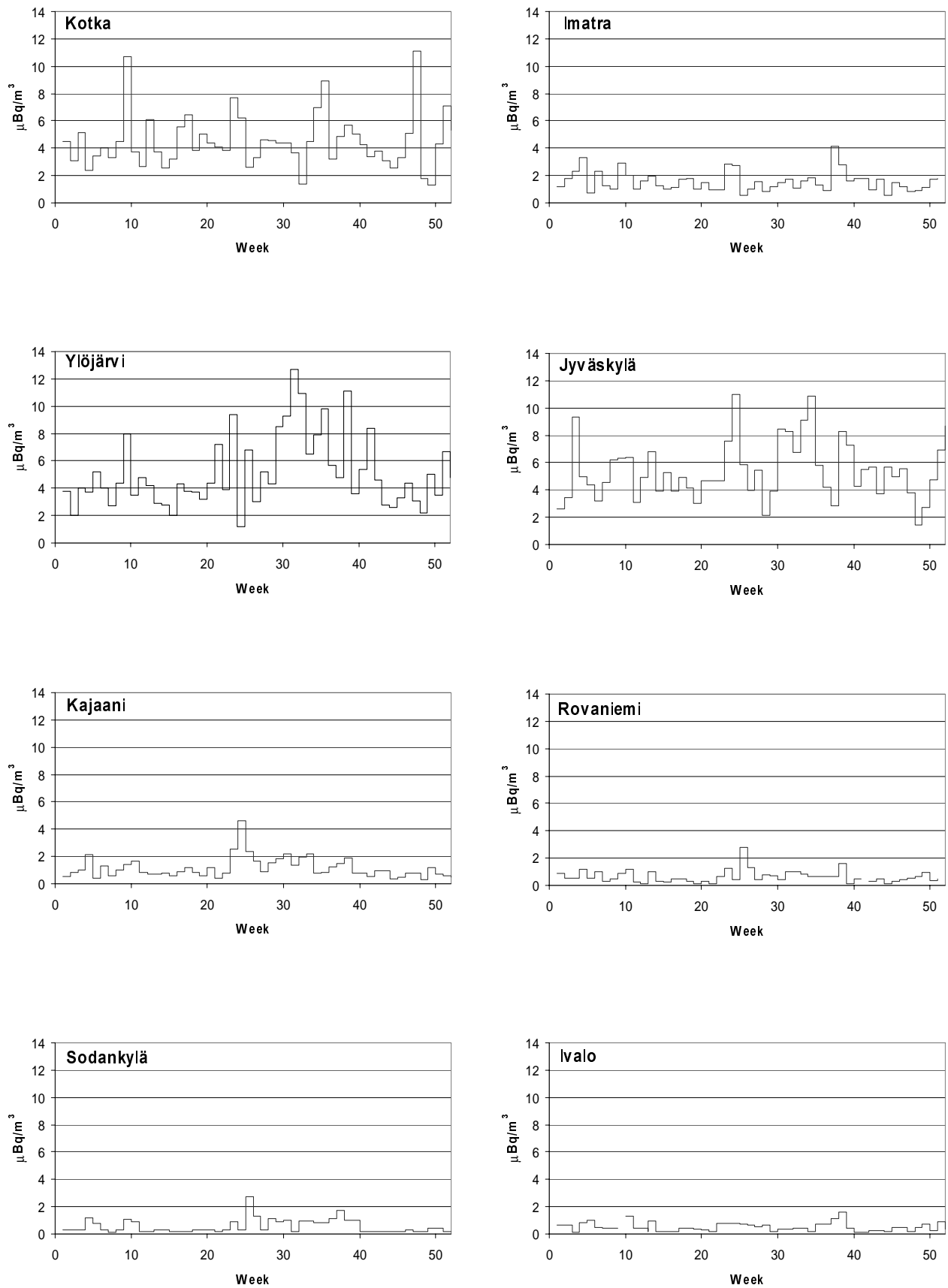
Site	Flow rate ($\text{m}^3 \text{h}^{-1}$)	Frequency (wk^{-1})	Typical detection limit ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)			Detected ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$) ^7Be
			^{134}Cs	^{137}Cs	^{131}I	
Helsinki	550	7	0,9	1,1	1,4	300–5000
Kotka	900	1	0,1	0,2	0,4	1000–5000
Imatra	150	2	0,4	0,4	0,7	800–4000
Ylöjärvi	150	2	0,2	0,3	0,5	1000–3000
Jyväskylä	140	2	0,3	0,4	0,8	700–5000
Kajaani	900	1	0,2	0,1	0,4	400–5000
Rovaniemi	900	1	0,2	0,2	0,6	500–5000
Sodankylä	150	2	0,5	0,5	1,4	700–5000
Ivalo	150	2	0,3	0,3	0,6	400–4000

Taulukko II. Ilmankeräysasemilla tehdyt muiden kuin Tshernobylin onnettomuudesta peräisin olevien keinotekkoisten radioaktiivisten aineiden havainnot vuonna 2001. Jyväskylän lähistöllä sijaitsevalla valvonta-asemalla havaitaan usein pieniä määriä radioaktiivista jodia, joka on mitä ilmeisimmin peräisin lähistöllä sijaitsevasta radioaktiivisia lääkkeitä valmistavasta yrityksestä. Yrityksen päästöjä mitataan jatkuvasti. Havaitut jodimäärät ovat hyvin pieniä, eikä niistä aiheudu alueen asukkailla terveydellistä haittaa.

Tabell II. Observationer av de artificiella radionukliderna som inte härstammar från Tjernobyl olyckan i uteluften år 2001. Övervakningsstationen i närheten av Jyväskylä observerar ganska ofta små mängder radioaktiv jod, som mest sannolikt härstammar från ett företag som tillverkar radiofarmaka. Företagets utsläpp är kontinuerligt övervakad. De observerade jodmängderna är så små, att de orsakar ingen hälsorisk till befolkningen på närområdet.

Table II. Observations of artificial radionuclides other than those from the Chernobyl accident in outdoor air in 2001. Small amounts of radioactive iodine are often observed in the vicinity of Jyväskylä. This iodine comes most probably from a company manufacturing radiopharmaceuticals. Releases from the factory are continuously monitored. The observed amounts of radioactive iodine cause no health risk to the inhabitants in the region.

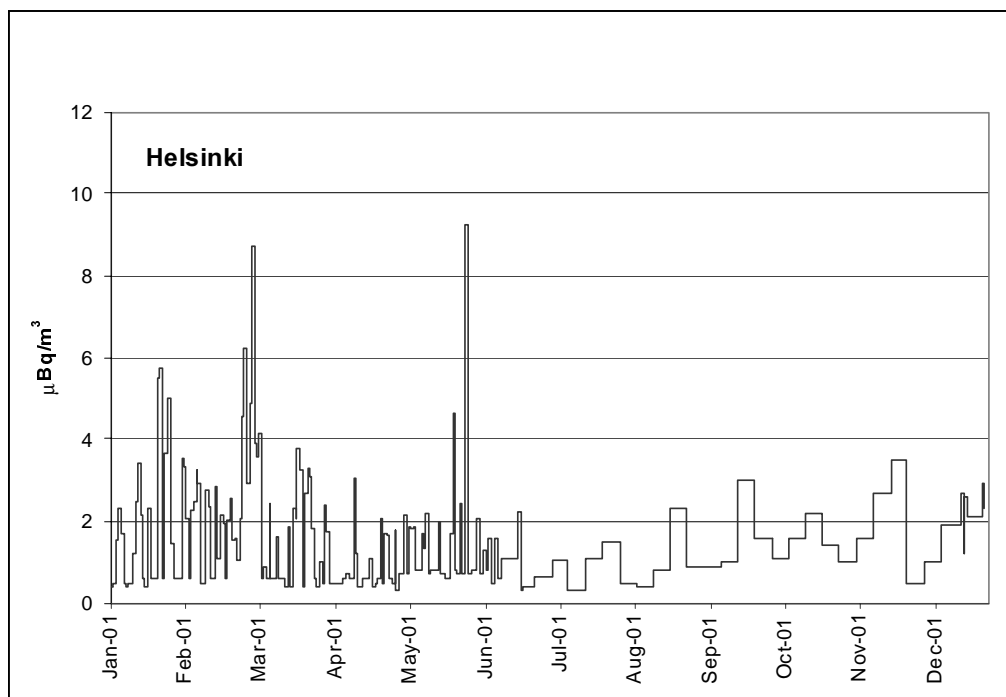
Sampling period	Site	Nuclide	Concentration (uncertainty) $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$
16.4. – 23.4.2001	Jyväskylä	^{131}I	1,0 (20 %)
16.5. – 17.5.2001	Helsinki	^{60}Co	2,2 (16 %)
17.9. – 24.9.2001	Imatra	^{60}Co	0,3 (20 %)
29.10. – 5.11.2001	Imatra	^{60}Co	0,5 (16 %)
12. – 19.11.2001	Jyväskylä	^{131}I	1,1 (19 %)
19. – 26.11.2001	Jyväskylä	^{131}I	1,3 (18 %)
26.11. – 3.12.2001	Jyväskylä	^{131}I	0,9 (22 %)
26. – 31.12.2001	Jyväskylä	^{131}I	1,5 (16 %)



Kuva 3.3. ^{137}Cs -pitoisuuksien viikkokeskiarvot ulkoilmassa eri valvonta-aseilla vuonna 2001.

Bild 3.3. Veckomedeltal av ^{137}Cs -konsentrationer i uteluften på olika mätstationer år 2001.

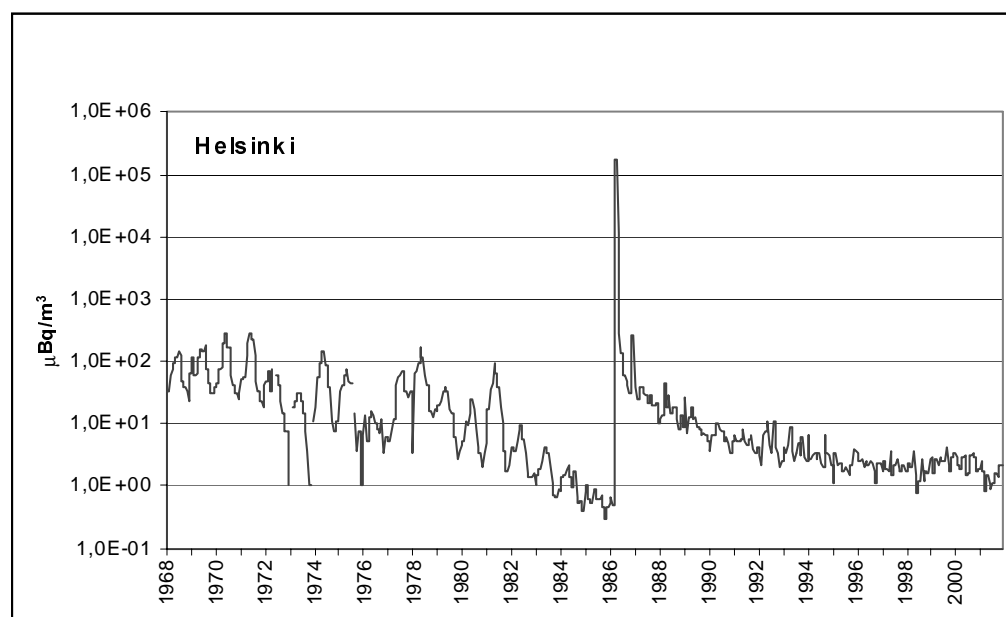
Fig. 3.3. Weekly averages of airborne ^{137}Cs concentrations at different monitoring stations in 2001.



Kuva 3.4. Ilman ^{137}Cs -pitoisuuden vuorokausikeskiarvot Helsingissä vuonna 2001.

Bild 3.4. Dagliga medelvärden av ^{137}Cs -konsentration i uteluft i Helsingfors år 2001.

Fig. 3.4. Daily averages of airborne concentration of ^{137}Cs in Helsinki in 2001.



Kuva 3.5. Ilman ^{137}Cs -pitoisuus Helsingin seudulla vuosina 1968 – 2001. Ennen Tshernobylin onnettomuutta (v. 1986) esiintyvä ^{137}Cs on peräisin ilmakehässä tehdyistä ydinasekokeista. Tälle laskeumalle on tyypillistä kuvassa näkyvä vuodenaikaisvaihtelu.

Bild 3.5. Luftburen ^{137}Cs -konsentrationer i Helsingfors regionen åren 1968 – 2001. Före Tjernobyl olyckan år 1986, ^{137}Cs härstammade från kärnvapenprov i atmosfären. Årstidsvariationerna som framgår av bilden är typiska för detta gamla nedfallet.

Fig. 3.5. Airborne concentrations of ^{137}Cs in Helsinki in 1968 – 2001. Before the Chernobyl accident in 1986, ^{137}Cs originated from atmospheric nuclear weapon tests. The regular seasonal fluctuation seen in the figure is typical for this old deposition.

4 Ulkoilman kokonaisbeeta-aktiivisuus

Ilmatieteen laitos on seurannut pintailman kokonaisbeeta-aktiivisuutta vuodesta 1959. Vuoden 2001 lopussa toiminnassa olleet asemat on esitetty kuvassa 4.1 ja esimerkki mittausasemasta kuvassa 4.2. Kahdellatoista asemalla kerätään viikottaiset ja kolmella asemalla vuorokautiset aerosolinäytteet.

Näytteiden keräys

Näytteet kerätään imemällä ulkoilmaa suodattimien läpi. Vuorokausisyklillä toimivilla asemilla suodattimet vaihdetaan joka aamu kello 8 Suomen talviaikaa. Suodattimet ovat pyöreitä ja halkaisijaltaan 240 mm. Vuorokaudessa suodatettu ilmamäärä on noin 3500 m³. Laitteisto kerää hiukaset, joiden aerodynaaminen halkaisija on alle 10-15 mm.

Viikkosyklillä toimivilla asemilla suodattimet vaihdetaan maanantaiaamuisin kello 8 Suomen talviaikaa. Keräinlaitteistossa käytetään kahta suorakaiteen muotoista paperi- tai lasikuitusuodatinta, joiden koko on 120 mm x 140 mm. Viikossa suodatettu ilmamäärä paperisuodattimilla on noin 800 m³ ja lasikuitusuodattimilla noin 4000 m³.

Näytteiden mittaus

Aerosolinäytteiden kokonaisbeeta-aktiivisuus mitataan noin viisi päivää keräyksen lopettamisen

jälkeen, jolloin ²²²Rn:n lyhytikäiset tytärnuklidit ovat hajonneet ²¹⁰Pb:ksi ja ²²⁰Rn:n tytärnuklidit pysyväksi ²⁰⁸Pb:ksi. Näin ollen mitattu kokonaisbeeta-aktiivisuus koostuu ²¹⁰Pb:stä sekä mahdollisista keinotekoisista radioaktiivisista aineista. Mittaukset tehdään automaattisella alfa/beeta-analysaattorilla, jossa ilmaisimina käytetään verrannollisuuslaskureita.

Tulokset

Kuvassa 4.3 on esitetty aerosolin pitkäikäisen beeta-aktiivisuuden viikkokeskiarvot 12 asemalla vuonna 2001. Käyrät kuvaavat lähinnä ²¹⁰Pb:n pitoisuutta pintailmassa. Koska ilmakehän ²¹⁰Pb on peräisin maaperästä ilmakehään siirtyneestä ²²²Rn:sta, riippuu ²¹⁰Pb:n pitoisuus suursäätilehteestä eli ilmamassojen stabiilisuudesta ja alkupe-
räästä. Korkeimmat pitoisuudet ovat mantereellisissä ilmamassoissa ja pienimmät merellisissä ja arktisissa ilmamassoissa. Vuoden 2001 aikana ei seurantaohjelman puitteissa havaittu poikkeuksellista kokonaisbeeta-aktiivisuutta ilmassa.

Yhteyshenkilö: Jussi Paatero, Ilmatieteen laitos (Jussi.Paatero@fmi.fi).

4 Total betaaktivitetet i uteluft

Meteorologiska institutet har mätt total betaaktivitet i luft nära markytan sedan år 1959. De fungerande mätstationerna mot slutet av år 2001 finns i bild 4.1 och ett exempel på en mätstation i bild 4.2. På tolv stationer mäts aerosolprov varje vecka och på tre stationer varje dag.

Provtagning

Proven tas genom att luften sugas genom filter. Endagsfiltren byts varje morgon klockan 8 enligt finländsk vintertid. Filtren är cirkelformiga med diametern 240 mm. Varje prov kommer från en luftmängd om ca 3500 m³. Partiklar med en aerodynamisk diameter under 10-15 µm fastnar i filtret.

Veckofilter byts varje måndag klockan 8 enligt finländsk vintertid. I apparaten används två rektangelformiga filter, som består av papper eller glasfiber och som har dimensionen 120 x 140 mm. Luftmängden är ca 800 m³ i veckan genom pappersfiltret och ca 4000 m³ i veckan genom glasfiberfiltret.

Mätning av proven

Aerosolprovets totala betaaktivitet mäts ca fem dagar efter det proven har tagits, varvid de kortlivade dotternukliderna till ²²²Rn har blivit ²¹⁰Pb

och dotternukliderna till ²²⁰Rn har blivit stabilt ²⁰⁸Pb. Den uppmätta totala betaaktiviteten består sålunda av ²¹⁰Pb och eventuell konstgjorda radioaktiva ämnen. Mätningarna utförs med en automatisk alfa/beta-analysator med proportionalitetsräknare.

Mätresultat

I bild 4.3 visas veckomedeltal av långlivad betaaktivitet på tolv stationer år 2001. Kurvorna visar närmast halten av ²¹⁰Pb i luften nära marken. Eftersom atmosfärens ²¹⁰Pb kommer från ²²²Rn i marken, varierar halten av ²¹⁰Pb i takt med väderläget i stort, det vill säga luftmassornas stabilitet och ursprung. De högsta halterna finns i kontinentala luftmassor och de minsta i luft som rört sig ovanför hav eller arktiska områden. Någon exceptionellt hög betaaktivitet kunde inte observeras under år 2001.

Kontaktperson: Jussi Paatero, Meteorologiska institutet (Jussi.Paatero@fmi.fi).

4 Gross beta activity of ground-level air

The Finnish Meteorological Institute (FMI) has monitored gross beta activity of aerosol particles since 1959. The sampling stations in operation in 2001 are presented in Figure 4.1 and an example of a monitoring station in Figure 4.2. Daily aerosol samples are collected at three stations and weekly samples at twelve stations using filter sampling.

Sample collection

Daily aerosol samples are collected onto circular glass fibre filters with a diameter of 240 mm. The filters are changed every morning at 06 UTC. The air volume is about 3500 m³ per day. The sampler collects aerosol particles with an aerodynamic diameter less than 10-15 mm depending on the wind speed.

Filters of the samplers operating on weekly cycle are changed every monday at 06 UTC. The sampling equipment uses rectangular two paper or glass fibre filters with a filtering area of 120 mm x 140 mm. The weekly air volumes are 800 m³ and 4000 m³ for paper and glass fibre filters, respectively.

Measurements

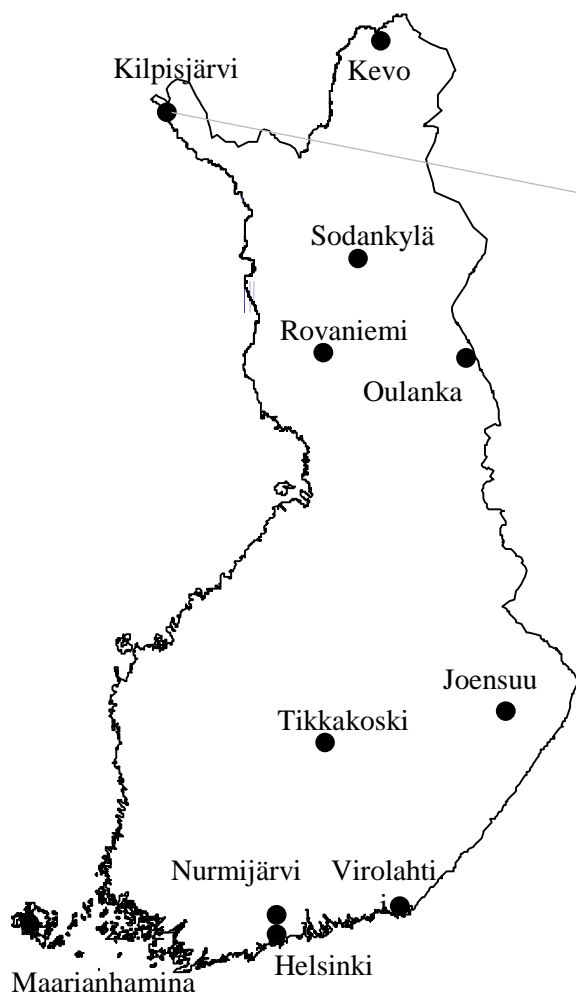
The gross beta activity content of the filters are measured five days after the end of sampling when the short-lived radon (²²²Rn) daughters have decayed to ²¹⁰Pb and the thoron (²²⁰Rn) daughters have decayed to stable ²⁰⁸Pb. Therefore the measured gross beta activity consists of ²¹⁰Pb and possible artificial beta emitters. The measurements are

carried out with an automatic alpha/beta analyser equipped with proportional counters as detectors.

Results

The weekly total beta activity concentrations at twelve stations in 2001 are presented in Figure 4.3. The curves are essentially records of concentration of ²¹⁰Pb, the long-lived daughter nuclide of the radioactive noble gas ²²²Rn which enters the atmosphere by diffusion from the ground. Concentration of ²¹⁰Pb depends mainly on the stability and origin of the air masses at the site. The highest concentrations are associated with continental air masses. On the contrary, the lowest concentrations are associated with maritime and Arctic air masses because in these areas there are practically no sources of radon. No exceptional beta activity in outdoor air was detected in 2001 within the FMI's monitoring programme.

Contact person: Jussi Paatero, Finnish Meteorological Institute (Jussi.Paatero@fmi.fi).



Kuva 4.1. Ilmatieteen laitoksen kokonais-beeta-aktiivisuuden seuranta-asemat vuoden 2001 lopussa.

Bild 4.1. Meteorologiska institutets mätstationer för total betaaktivitet i slutet av år 2001.

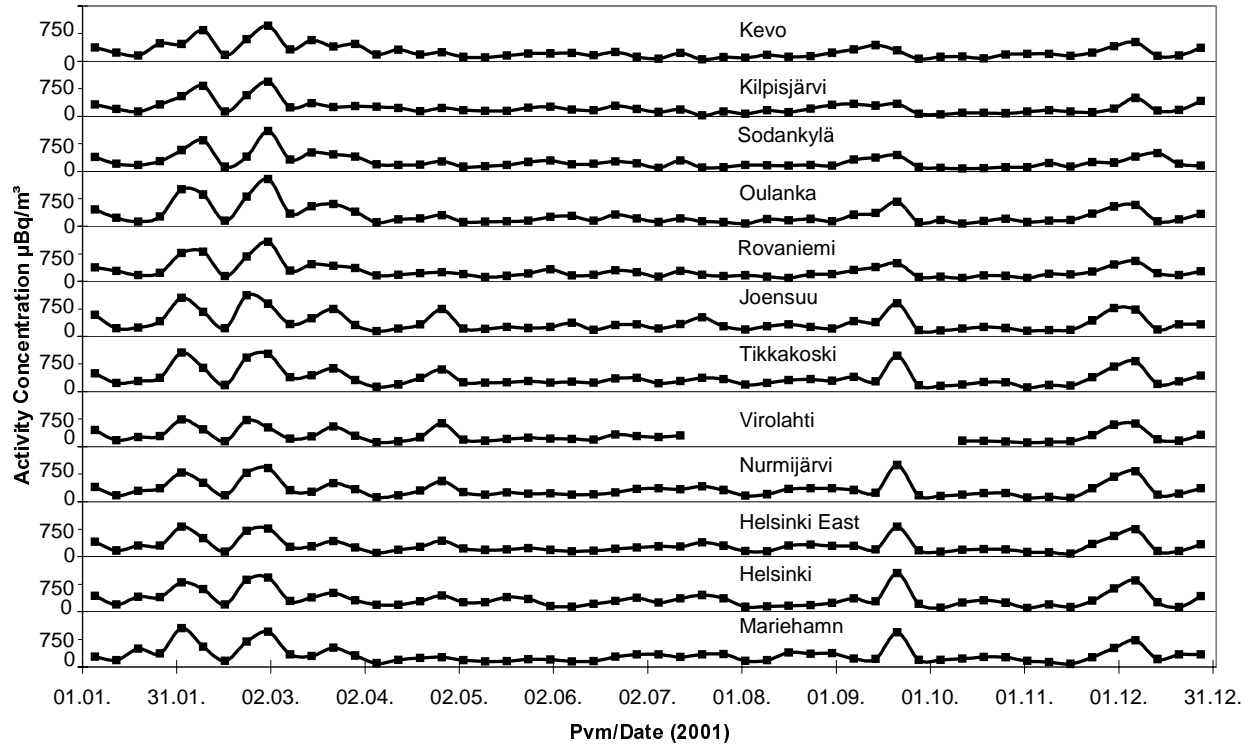
Fig. 4.1. FMI's stations for monitoring atmospheric gross beta-activity in the end of 2001.



Kuva 4.2. Ilmatieteen laitoksen ilmanlaadun seuranta-asema Kilpisjärvellä. Asemalla kerätään viikottaisia aerosolinäytteitä kokonaisbeeta-mittausta varten (ilmanottoputki on merkitty nuolella "a"). Lisäksi asemalla seurataan jatkuvatoimisesti pintailman ^{222}Rn :ia sekä ulkoista säteilyä (nuoli "b").

Bild 4.2. Meteorologiska institutets bevakningsstation för luftkvalitet i Kilpisjärvi. På stället samlas veckofiltren för totalbetamätningar (luft intag har märkts med pilen "a"). Dessutom mäts ^{222}Rn i luften nära markytan samt yttre strålning (pilen "b") oavbrutet på stället.

Fig. 4.2. The FMI's air quality monitoring station at Kilpisjärvi. Weekly aerosol samples are collected for gross beta measurements at the site (the sample inlet has been marked with the arrow "a"). In addition the amount of ^{222}Rn in the ground-level air and external radiation (arrow "b") are monitored continuously.



Kuva 4.3. Aerosolin pitkäikäisen beeta-aktiivisuuden viikkokeskiarvot ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$) vuonna 2001.

Bild 4.3. Veckomedeltal ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$) för långlivad betaaktivitet i aerosoler år 2001.

Fig. 4.3. Weekly mean values of aerosol-bound long-lived gross-beta activity ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$) in 2001.

5 Laskeuman radioaktiiviset aineet

Radioaktiivisella laskeumalla tarkoitetaan pölynä tai sadeveden mukana maahan ja veteen laskeutuneita radioaktiivisia aineita. Laskeuma-näytteen analysointi antaa tietoa eri puolille maata tulevien radioaktiivisten aineiden määrästä ja on lähtökohta tutkimuksille, jotka käsittelevät radioaktiivisten aineiden kulkeutumista maa- ja vesiympäristössä.

Näytteiden keräys

Laskeumanäytteitä kerätään jatkuvasti samoilla 9 paikalla kuin ilmanäytteitä (Kuva 3.1). Laskeumanäytteet kerätään ruostumattomasta teräksestä valmistetulla laitteella, jonka keräysala on 0,07 m². Laite ei erota sateen mukana tullutta märkää laskeumaa ja kuivaa laskeumaa toisistaan, vaan kerää ne yhteen. Talviajan näytteiden keruun helpottamiseksi laitteessa on lämmitysvastus, mikä pitää näytteen sulana ja varmistaa sen, että kaikki keräysastiaan satanut lumi tulee mukaan näytteeseen. Näytteiden keräysjakso on tavallisesti yksi kuukausi.

Näytteiden käsittely ja analysointi

Laboratoriossa näytteisiin lisätään Sr-Cs ja Ba-Ce-kantajia, ja näytteet tehdään happamiksi typpihapolla. Näytteet konsentroidaan haihduttamalla ja haihdutusjäännökset tuhitetaan. Gamma-säteilyä lähettävät radioaktiiviset aineet analysoidaan gammaspektrometrisesti joko haihdutusjäännöksestä tai tuhitetusta näytteestä. Strontium erote-

taan näytteestä ionikromatograafisella menetelmällä, minkä jälkeen ⁹⁰Sr määritetään tytärnuklidinsa ⁹⁰Y:n kautta alhaistaustaisella verrannollisuuslaskurilla.

Tulokset

Vuoden 1986 jälkeen laskeumanäytteissä havaitut ¹³⁷Cs ja ⁹⁰Sr ovat pääasiassa peräisin Tshernobylin onnettomuudesta. Laskeuman mukana tulleet radioaktiiviset aineet liikkuvat paikallisesti, ja pieni osa niistä joutuu uudelleen ilmaan.

Taulukossa V on ¹³⁷Cs:n ja ⁹⁰Sr:n laskeumat (Bq/m²) vuonna 2001. Kuukausilaskeumat eri paikkakunnilla olivat pienet, muutamilla asemilla alle havaitsemisrajan. Yleisimmin käytetyillä mitausajoilla ¹³⁷Cs:n havaitsemisraja on noin 0,5 Bq/m²/kk.

Kuvassa 5.1. on ¹³⁷Cs - ja ⁹⁰Sr -laskeumat (Bq/m²/kk) Helsingin seudulla vuodesta 1960 alkaen. Ennen vuotta 1986 havaittu laskeuma on peräisin ilmakehään tehdyistä ydinasekokeista. Tälle laskeumalle on tyypillistä kuvissa näkyvä vuodenaikaisvaihtelu.

Yhteyshenkilö: Ritva Saxén, Säteilyturvakeskus, (ritva.saxen@stuk.fi).

5 Radioaktiva ämnen i nedfall

Med radioaktivt nedfall avses radioaktiva ämnen som fallit ner på marken eller i vattnet som dammkorn eller i regndroppar. Analys av proven på nedfallet ger uppgifter om mängden av radioaktiva ämnen på olika håll i landet och är en utgångspunkt för forskning, som gäller radioaktiva ämnens vandring i marken och i vattendrag.

Provtagning

Prov på nedfallet insamlas fortlöpande på 9 orter. Det är samma orter där man tar prov på luften (Bild 3.1). Nedfallsproven tas med en apparat av rostfritt stål, vars vågräta yta är 0,07 m². Apparaten skiljer inte på torrt nedfall och vått nedfall som kommit med regn, utan proven slås ihop. På vintern finns elektrisk uppvärmning som håller provet flytande och säkerställer att snö som fallit på provkärlet kommer med i provet. Proven insamlas vanligen för en månad åt gången.

Hantering och analys av proven

I laboratoriet tillsätter man Sr-Cs och Ba-Ce -bärrare, och proven görs sura med salpetersyra. Proven koncentreras genom avdunstning och återstoden föraskas. De radioaktiva ämnenas gammastålning analyseras med gammaspektrometer antingen genast efter avdunstningen eller när proven föraskats. Strontium avskiljs från proven med jonkromatografiska metoden, varefter mängden

⁹⁰Sr bestäms genom att mäta dotternukliden ⁹⁰Y i en proportionalitetsräknare med låg bakgrundsstrålning.

Resultat

¹³⁷Cs och ⁹⁰Sr som funnits i nedfallsproven efter år 1986 härstammar i huvudsak från olyckan i Tjernobyl. Radionukliderna i nedfallet vandrar lokalt i miljön. En del av dem sprids på nytt via luften.

Tabell V visar nedfallet av ¹³⁷Cs och ⁹⁰Sr år 2001. Nedfall av båda nuklider var små och på några mätstationer under observationsgränsen. Observationsgränsen för ¹³⁷Cs blir med den oftast använda mättiden ungefär 0,5 Bq/m²/månad.

Bild 5.1. visar nedfallet av ¹³⁷Cs och ⁹⁰Sr (Bq/m²/månad) i Helsingforsregionen från och med år 1960. Nedfallet före år 1986 härstammar från kärnvapenprov i atmosfären. Det typiska för detta nedfall är årstidsvariationerna som framgår av bilden.

Kontaktperson: Ritva Saxén, Strålsäkerhetscentralen (ritva.saxen@stuk.fi).

5 Radionuclides in deposition

Radioactive substances can be deposited as dry deposition or as wet deposition with rain. The analyses of deposition samples produces information on areal distribution of deposited radionuclides, and forms the basis for the research concerning the transfer of radioactive substances in terrestrial and aquatic environments.

Sampling

Deposition samples are collected continuously at nine sites. The sampling period is usually one month. The sites are the same as the air sampling sites, Fig. 3.1. The sample collectors are made of stainless steel with a surface area of 0.07 m². The deposition samplers do not separate wet and dry deposition, they are collected together. There is a light heating resistor inside the funnel to melt snow and ice gathered to the funnel to make sampling more reliable in winter time.

Pre-treatment and analyses

After arriving at the laboratory known amounts of Sr, Cs, Ba and Ce carriers are added to the samples, and the samples are acidified with nitric acid. The samples are concentrated by evaporation and the residues are ashed. The ashed samples are analysed for gamma-emitting radionuclides with gamma spectrometers. Strontium is separated with an extraction chromatographic method and thereafter ⁹⁰Sr is determined via its daughter

nuclide ⁹⁰Y, measured with a low background proportional beta counter.

Results

After 1986 ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr observed originate mainly from the Chernobyl accident. The deposited radionuclides circulate locally, and a small amount of them ends again up to the air. The depositions of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr in 2001 are given in Table V. The monthly depositions of ¹³⁷Cs in different sites were low, at some stations below the detection limits, which with the most often used measuring times was around 0.5 Bq/m²/month.

The depositions of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr (Bq/m²/month) in Helsinki area since 1960 are given in Fig. 5.1. The deposited radionuclides observed before 1986 originate from the atmospheric nuclear weapon tests. The regular seasonal fluctuation seen in the figure before 1986 is typical of this stratospheric deposition.

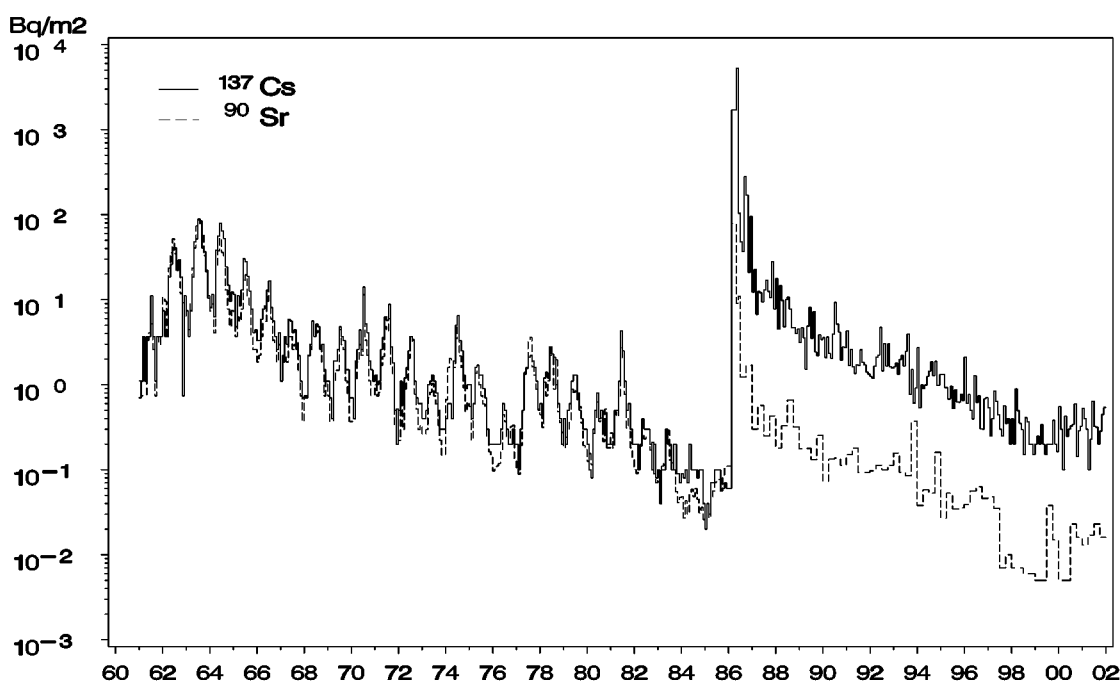
Contact person: Ritva Saxén, Radiation and Nuclear Safety Authority, (ritva.saxen@stuk.fi).

Taulukko V. ^{137}Cs - ja ^{90}Sr -laskeumien neljännesvuosi- ja vuosisummat eri paikkakunnilla vuonna 2001 (Bq/m^2).

Tabell V. Nedfall av ^{137}Cs - och ^{90}Sr under kvartalen och hela året 2001 på olika orter (Bq/m^2).

Table V. Quarterly and annual depositions of ^{137}Cs - ja ^{90}Sr at various stations in 2001 Bq/m^2 .

	1 st quarter		2 nd quarter		3 rd quarter		4 th quarter		whole year	
	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
Helsinki	1.22	0.039	0.97	0.051	0.84	0.069	1.27	0.048	4.30	0.207
Imatra	0.52	0.015	0.82	0.066	0.51	0.051	1.59	0.039	3.44	0.171
Ivalo	<0.03		0.036		<0.03		<0.03		0.08	
Jyväskylä	0.53	0.042	1.03	0.057	1.14	0.033	1.09	0.039	3.79	0.171
Kajaani	0.30	0.033	1.20	0.105	0.94	0.09	0.56	0.081	3.00	0.309
Kotka	1.20	0.06	1.36	0.045	1.14	0.114	1.28	0.042	4.99	0.261
Rovaniemi	<0.03		0.078		0.057		<0.03		0.17	
Sodankylä	<0.03		0.03		0.033		<0.03		0.09	
Ylöjärvi	0.71	0.015	2.41	0.06	1.94	0.072	0.76	0.078	5.83	0.225



Kuva 5.1. ^{137}Cs - ja ^{90}Sr -laskeumat Helsingin seudulla 1960-2001.

Bild 5.1. Nedfall av ^{137}Cs och ^{90}Sr i Helsingforsregionen åren 1960-2001.

Fig. 5.1. Depositions of ^{137}Cs and ^{90}Sr in Helsinki area in 1960-2001.

6 Pintaveden radioaktiiviset aineet

Analysoimalla säännöllisesti pintaveden radioaktiivisia aineita saadaan tietoa niiden ajallisesta käyttäytymisestä. Eri vesistöalueilta otetut näytteet antavat kuvan radionuklidien alueellisesta vaihtelusta.

Näytteenotto

Pintavesinäytteitä otetaan neljä kertaa vuodessa kolmen suuren joen, Kymijoen, Oulujoen ja Kemijoen, suista (Kuva 6.1). Näytteenottokuukaudet ovat maaliskuu, touko-, elo- ja lokakuu.

Näytteiden käsittely ja analysointi

Näytteisiin lisätään strontium- ja cesium-kantajat ja ne tehdään happamiksi typpihapolla. Näytteet konsentroidaan haihduttamalla lämpölamppujen alla kuiviin ja sen jälkeen tuhitetaan. Tuhitetuista näytteistä määritetään ^{137}Cs ja mahdolliset muut gammanuklidit gammaspektrometrisesti. Strontium erotetaan näytteestä ionikromatograafisella menetelmällä, ja ^{90}Sr mitataan nestetuikespektrometrillä.

Tulokset

Tshernobylin laskeuman epätasainen alueellinen jakautuminen sekä ^{137}Cs :n ja ^{90}Sr :n erilainen käyttäytyminen vesiympäristössä näkyy pintavesien tuloksissa. Toisin kuin Tshernobyl-laskeuma, ydinkoelaskeuma jakautui Suomeen lähes tasaisesti. Ydinkoelaskeuman vaikutukset näkyvät edelleen Pohjois-Suomen joissa.

Kymijoessa ^{137}Cs -pitoisuudet ovat edelleen korkeammat kuin ^{90}Sr -pitoisuudet, koska sen valuma-alueelle keväällä 1986 tullut ^{137}Cs -laskeuma oli huomattavasti suurempi kuin sinne tullut ^{90}Sr -laskeuma. Sen sijaan Oulu- ja varsinkin Kemijoessa, joiden valuma-alueille ^{137}Cs :ää tuli huomattavasti vähemmän kuin Kymijoen alueelle, vedestä nopeammin vähenevän ^{137}Cs :n pitoisuudet ovat jo pienemmät kuin hitaammin vedestä poistuvan ^{90}Sr :n. Kymijoen ^{137}Cs -pitoisuudet olivat noin 20 -kertaisia Kemijoen vastaaviin pitoisuuksiin verrattuna ja ^{90}Sr -pitoisuudet 2-3 -kertaisia Kemi- ja Oulujokien vastaaviin pitoisuuksiin verrattuina (Kuva 6.1).

Yhteyshenkilö: Ritva Saxén, Säteilyturvakeskus
(ritva.saxen@stuk.fi)

6 Radioaktiva ämnen i ytvatten

Genom regelbunden analys av radioaktiva ämnen i ytvattnet får man uppgifter om hur ämnena förekommer i vattenmiljö under olika tidpunkter. Prover från olika vattendrag ger en bild av nuklidernas regionala spridning.

Provtagning

Prov på ytvatten tas fyra gånger om året vid mynningen av tre stora älvar, nämligen Kymmene älv, Ule älv och Kemi älv (Bild 6.1). Proven tas i mars, maj, augusti och oktober.

Hantering och analys av proven

Till proven tillsätts Sr- och Cs-bärare och proven görs sura med salpetersyra. Därefter får proven indunsta under värmelampor och föraskas. I de föraskade proven analyseras ^{137}Cs med gammaspektrometer. Strontium avskiljs med jonkromatografi, varefter mängden av ^{90}Sr bestäms med en vätskescintillationsspektrometer.

Resultat

Halten av radioaktiva ämnen i ytvattnet visar den ojämna regionala fördelningen av nedfallet från

Tjernobyl samt att ^{137}Cs och ^{90}Sr beter sig olika i vattenmiljö. Nedfallet från kärnvapenprov var nästan jämt distribuerat i Finland. Dess påverkan syns fortfarande i resultaten från Norra Finlands älvar. Eftersom nedfallet av ^{137}Cs på Kymmene älvs tillrinningsområde år 1986 var betydligt större än motsvarande nedfall av ^{90}Sr , är halterna av ^{137}Cs i Kymmene älv fortfarande högre än halterna av ^{90}Sr trots den snabbare minskningen av ^{137}Cs . I Ule och särskilt i Kemi älv, som mottog betydligt mindre mängder ^{137}Cs än Kymmene älv, är halterna av den snabbt försvinnande nukliden ^{137}Cs redan nu mindre än halterna av ^{90}Sr , som avtar betydligt långsammare. Halterna av ^{137}Cs i Kymmene älv var omkring 20 gånger högre än motsvarande halter i Kemi älv och halterna av ^{90}Sr i Kymmene älv var 2-3 gånger högre än halterna i Kemi och Ule älvar (Bild 6.1).

Kontaktperson: Ritva Saxén, Strålsäkerhetscentralen (ritva.saxen@stuk.fi).

6 Radioactive substances in surface water

The continuous analysing of radioactive substances in surface water produces information on the temporal behaviour of radionuclides in aquatic environments. Samples taken from different water systems show the areal variation in the concentrations of radionuclides.

Sampling

Water samples are taken four times a year from the mouths of the three large rivers, the Kymijoki, Oulujoki and Kemijoki, discharging into various parts of the Baltic Sea (Fig. 6.1). The samples are taken in March, May, August and October.

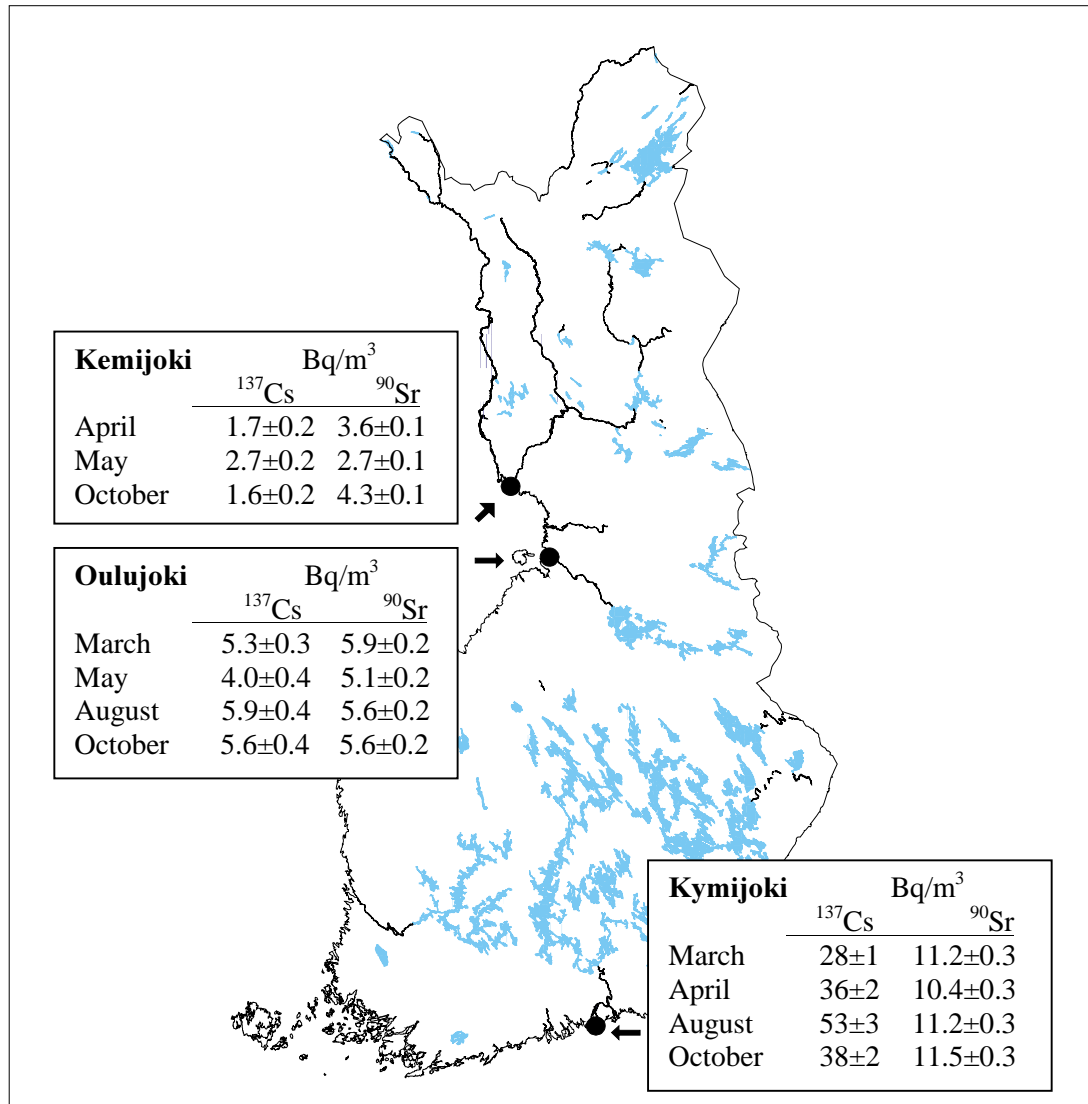
Pre-treatment and analysing

Known amounts of Sr, Cs, Ba and Ce carriers are added to the samples, and they are acidified with nitric acid on arrival at the laboratory. The samples are concentrated by evaporating, and the dry residues are ashed. Gamma-emitting radionuclides are analysed with gamma spectrometers on the ashed samples. Strontium is separated with an extraction chromatographic method and ^{90}Sr is measured with a liquid scintillation spectrometer.

Results

The uneven areal distribution of the Chernobyl fallout and the different behaviour of ^{137}Cs and ^{90}Sr in aquatic environment are seen in the results. The fallout from nuclear weapon tests was almost evenly distributed in Finland. Its traces are still observed in the river water from Northern Finland. The ^{137}Cs deposition in the spring 1986 in the catchment area of the Kymijoki was remarkably higher than the ^{90}Sr deposition. Therefore, the concentration of ^{137}Cs in the water of this river is still higher than that of ^{90}Sr in spite of the faster decrease of ^{137}Cs . In Oulujoki and especially in Kemijoki, where the ^{137}Cs deposition was low, the concentrations of the effectively removing ^{137}Cs are already lower than the concentrations of ^{90}Sr that remains better in the water phase. ^{137}Cs in Kymijoki was about 20 times that in Kemijoki and ^{90}Sr in Kymijoki was 2-3 times that in Oulujoki and in Kemijoki (Fig. 6.1).

Contact person: Ritva Saxén, Radiation and Nuclear Safety Authority, (ritva.saxen@stuk.fi).



Kuva 6.1. Pintaveden näytteenottopisteet ja näytteiden ^{137}Cs - ja ^{90}Sr -pitoisuudet (Bq/m³) vuonna 2001.

Bild 6.1. Provtagningsplatser för ytvatten samt halter av ^{137}Cs och ^{90}Sr (Bq/m³) år 2001.

Fig. 6.1. The sampling sites of surface water and the concentrations of ^{137}Cs and ^{90}Sr (Bq/m³) in 2001.

7 Juomaveden radioaktiiviset aineet

Juomaveden radioaktiivisuutta seurataan, jotta voidaan arvioida juomaveden kautta aiheutuvaa säteilyaltistusta. Valvontaohjelman näytteistä analysoidaan vain keinotekoiset radioaktiiviset aineet, joita esiintyy yleensä vain pintavedestä tehdyssä juomavedessä. Juomaveden cesium ja strontium ovat peräisin pääosin Tshernobyl-onnettomuuden laskeumasta ja tritium ilmakehässä suoritetuista ydinasekokeista. Suuremman säteilyaltistuksen Suomessa aiheuttavat talousvesissä esiintyvät luonnon radioaktiiviset aineet, joiden enimmäispitoisuuksille vesilaitosten jakamassa vedessä Säteilyturvakeskus on asettanut ohjearvot (ST-ohje 12.3).

Näytteenotto

Juomavesinäytteet otetaan samanaikaisesti ruokanäytteiden kanssa kolmelta paikkakunnalta suoraan vesijohtovedestä: Helsingistä, Tampereelta ja Rovaniemeltä. Lisäksi otetaan näytteet Oulun ja Turun vesilaitosten jakamasta vedestä (Kuva 7.1). Näytteet otetaan kahdesti vuodessa, keväällä ja syksyllä, mutta Oulusta ja Turusta otettiin näytteet ainoastaan syksyllä.

Näytteiden käsittely ja analysointi

Näytteistä otetaan ensin osanäytteet tritiumin määrittystä varten. Loppuosaan lisätään strontium- ja cesium-kantajat ja tehdään typpihapolla happamiksi. Näytteet konsentroidaan haihduttamalla ja haihdutusjäännökset tuhitetaan. Tuhiteista näytteistä analysoidaan ^{137}Cs gammaspektrometrisesti. Strontium erotetaan näytteestä ionikromatograafisella menetelmällä, minkä jälkeen ^{90}Sr mitataan nestetuikespektrometrillä. Tritiumin määrittystä varten näyte tislataan epäpuhtauksien poistamiseksi. ^3H määritetään mittamalla tislattu näyte nestetuikespektrometrillä.

Tulokset

Pintavettä sisältävissä juomavesissä havaitaan vielä pieniä määriä ^{90}Sr :tä ja ^{137}Cs :tä, jotka ovat peräisin ydinasekokeaudelta ja Tshernobylin ydinonnettomuuden aiheuttamasta laskeumasta. Rovaniemellä käytetään yksinomaan pohjavettä, Tampereen raakavesi sisältää sekä pinta- että pohjavettä. Helsingissä, Oulussa ja Turussa juomavesi on lähes kokonaan pintavettä. Paikkakuntien väliset radionuklidien pitoisuuserot johtuvat sekä alueiden laskeumaeroista että raakavetenä käytettyjen pinta- ja pohjavesien määristä. Rovaniemen ja Turun juomaveden ^{137}Cs -pitoisuudet olivat alle havaitsemisrajan, mikä on noin 0,001 Bq/l, ja ^{90}Sr -pitoisuudet Rovaniemen vedessä vielä pienemmät. Oulun juomaveden ^{137}Cs oli syksyllä samaa tasoa kuin Tampereen (Taulukko VII).

Kaikkien näytteiden ^3H -pitoisuudet alittivat selvästi Euroopan neuvoston direktiivissä (98/83/EY) talousveden tritiumille asetetun 100 Bq/l raja-arvon.

Säteilyannokset

Juomaveden ^3H :sta, ^{90}Sr :stä ja ^{137}Cs :stä, aiheutuva säteilyannos vaihteli välillä 0,00004-0,0005 mSv eri paikkakunnilla vuonna 2001. Helsingin ja Tampereen juomavedestä aiheutuva annos oli noin 0,0005 mSv ja Rovaniemellä vajaa kymmenesosa siitä; Oulussa ja Turussa noin 0,0002 mSv vuonna 2001. Helsingissä ja Tampereella noin puolet annoksesta aiheutui ^{137}Cs :sta, 40 % ^{90}Sr :sta ja loput ^3H :sta. Rovaniemellä sen sijaan noin 60 % aiheutui ^3H :sta. Turussa ja Oulussa yli puolet aiheutui ^{90}Sr :sta.

Yhteyshenkilö: Ritva Saxén, Säteilyturvakeskus (ritva.saxen@stuk.fi)

7 Radioaktiva ämnen i dricksvatten

Man följer med radioaktiviteten i dricksvatten så att man skall kunna beräkna vilken bestrålning människorna utsätts för genom att dricka vattnet. I proven i detta tillsynsprogram analyseras endast konstgjorda radioaktiva ämnen, som i allmänhet endast förekommer i dricksvatten som består av ytvatten. Cesium och strontium i dricksvatten härstammar i huvudsak från nedfall från olyckan i Tjernobyl och tritiumet härstammar från kärnvapenprov i atmosfären. Den största bestrålningen orsakas dock av naturliga radioaktiva ämnen i finländskt grundvatten, och för dessa har Strålsäkerhetscentralen uppställt åtgärdsnivåer (Strålskyddsdirektiv 12.3).

Provtagning

Prov på dricksvatten tas samtidigt med prov på livsmedel på tre orter direkt ut vattenledningsvattnet: i Helsingfors, Tammerfors och Rovaniemi (Bild 7.1). Proven tas varje vår och höst. På hösten togs proven också i Uleåborg och Åbo vattenverk.

Hantering och analys av proven

Ur en del av varje prov analyseras först tritium. Till resten av provet tillsätts Sr-Cs-bärare och provet görs surt med salpetersyra. Proven koncentreras med indunstning och återstoden föraskas. Ur de föraskade proven analyseras ^{137}Cs med gammaspektrometer. Strontium avskiljs ur provet med en ekstraktionskromatografisk metod, och halten av ^{90}Sr mäts med vätskescintillospektrometer. För bestämning av tritium avlägsnas föroreningar med destillering av provet. Halten av ^3H bestäms genom att det destillerade provet direkt mäts i en vätskescintillospektrometer.

Resultat

I dricksvattenprov som framställts av ytvatten kan ännu vanligen observeras små mängder av

^{90}Sr och ^{37}Cs , som härstammar från kärnvapenproven och nedfallet från Tjernobyl. Råvattnet för dricksvatten i Tammerfors innehåller både ytvatten och grundvatten, medan dricksvattnet i Helsingfors, Uleåborg och Åbo är nästan helt och hållet ytvatten. Skillnaderna mellan olika orters dricksvatten beror på att nedfallet varit olika samt att mängderna yt- och grundvatten i råvattnet är olika. I Rovaniemi används enbart grundvatten, där konstgjorda radionuklider hamnar obetydligt. Halterna av ^{37}Cs i Uleåborg och Tammerfors var av samma storleksordning; och var under observationsgränsen i prov från norra Finland och Åbo. Halterna av ^{90}Sr är betydligt lägre i Rovaniemi än i andra ställen (Tabell VII).

^3H -halterna i alla prov var klart under Europarådets direktiv (98/83/EG) som uppställer gränsvärdet 100 Bq/l för tritium i hushållsvatten. Observationsgränsen för tritium i den metod som användes är ungefär 1 Bq/l.

Stråldoser

Den av dricksvattens konstgjorda radionuklidens förorsakade stråldos är låg, varierande mellan 0,00004-0,0005 mSv på olika ställen år 2001. ^{137}Cs , ^{90}Sr och ^3H i dricksvatten från Tammerfors och Helsingfors förorsakade omkring 0,0005 mSv och i Rovaniemi under tiondedel från det förenämnda värdet; i Uleåborg och i Åbo var dosen omkring 0,0002 mSv år 2001. I Helsingfors och Tammerfors orsakade ^{137}Cs omkring hälften, ^{90}Sr omkring 40% och ^3H resten av dosen. Däremot i Rovaniemi orsakade ^3H mer än 60% av den låga dosen. I Åbo och Uleåborg orsakade ^{90}Sr mer än hälften av dosen.

Kontaktperson: Ritva Saxén, Strålsäkerhetscentralen (ritva.saxen@stuk.fi).

7 Radioactive substances in drinking water

Drinking water is monitored for radioactive substances to be able to estimate the internal radiation dose to man via drinking water. Only artificial radionuclides, which are normally found in the drinking water made of surface water, are analysed on the samples collected for this monitoring program. Caesium and strontium observed in drinking water originate mainly from the deposition after the Chernobyl accident, and tritium originates from the deposition of atmospheric nuclear weapon tests. Most of radiation exposure via drinking water in Finland comes from the natural radionuclides in the ground water. STUK has given action limits in 1993 for the natural radionuclides in drinking water. (ST-guide 12.3).

Sampling

The samples of drinking water are taken straight from tap water simultaneously with the diet samples in three cities, Helsinki, Tampere and Rovaniemi (Fig. 7.1). The samples are taken twice a year, in spring and in autumn. In autumn samples from water works of Oulu and Turku were also taken.

Pre-treatment and analysing

A subsample is taken from the samples for tritium analysis. Known amounts of Sr and Cs carriers are added to rest of the samples, and they are acidified with nitric acid. The samples are concentrated by evaporating and ashing the dry residues. Gamma-emitting radionuclides are analysed with gamma spectrometers on the ashed samples. Strontium is separated with an extraction chromatographic method and ^{90}Sr is measured with a liquid scintillation spectrometer. The samples for tritium analyses are distilled to dryness to remove impurities. ^3H is determined by measuring the distilled sample with a liquid scintillation spectrometer.

Results

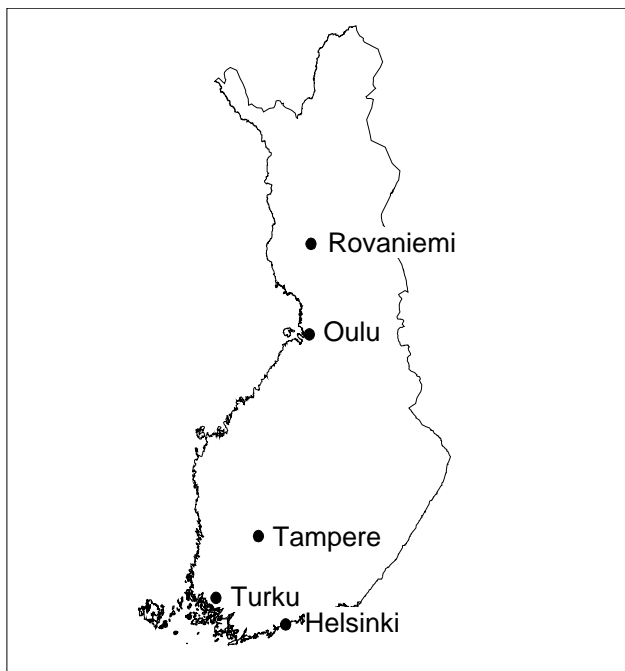
Small amounts of ^{90}Sr and ^{137}Cs originating from the deposition after the Chernobyl accident are still observed in the drinking water made of surface water. The raw water in Tampere consists of both surface and ground water, in Helsinki, Oulu and Turku the drinking water is mainly made of lake water. The differences between the sites are due to the differences in deposition and the amounts of surface and ground waters used as raw water. In Rovaniemi all the raw water used is ground water, which is generally very well protected against fallout radioactivity, and that is why the concentrations of ^{90}Sr and ^{137}Cs in the samples from northern Finland were very low (Table VII).

The concentrations of ^3H in all the samples were well below the limit 100 Bq/l given in European Commission Regulation (EC) No 98/83 for water for household consumption.

Radiation doses

Radiation doses via ^3H , ^{90}Sr and ^{137}Cs in drinking water varied between 0.00004-0.0005 mSv in various places in 2001. Radiation doses from drinking water of Helsinki and Tampere were about 0.0005 mSv and one tenth of that in Rovaniemi and about 0.0002 mSv in Oulu and Turku. About 50% of the total dose from drinking water was caused by ^{137}Cs , 40% by ^{90}Sr and the rest by ^3H in Helsinki and Tampere. In Rovaniemi, about 60% of the dose was caused by ^3H . In Turku and Oulu somewhat more than 50% of the dose was caused by ^{90}Sr .

Contact person: Ritva Saxén, Radiation and Nuclear Safety Authority, (ritva.saxen@stuk.fi).



Kuva 7.1. Juomaveden ja elintarvikkeiden keräyspaikkakunnat.

Bild 7.1. Provtagningsorter för dricksvatten och födoämnen.

Fig. 7.1. The sampling sites for drinking water and diet samples.

Taulukko VII. Juomaveden ^3H , ^{90}Sr ja ^{137}Cs -pitoisuudet Helsingissä, Turussa, Tampereella, Oulussa ja Rovaniemellä.

Tabell VII. Hält av ^3H , ^{90}Sr och ^{137}Cs i dricksvatten i Helsingfors, Åbo, Tammerfors, Uleåborg och Rovaniemi.

Table VII. The concentrations of ^3H , ^{90}Sr and ^{137}Cs in drinking water in Helsinki, Turku, Tampere, Oulu and Rovaniemi.

City	Sampling date	^3H , Bq/l	^{90}Sr , Bq/l	^{137}Cs , Bq/l
Helsinki	18.4.2001	1.9 ± 0.1	$0.012 \pm 3\%$	$0.031 \pm 6\%$
	18.10.2001	1.8 ± 0.1	$0.006 \pm 3\%$	$0.018 \pm 4\%$
Oulu	2.10.2001	1.1 ± 0.1	$0.006 \pm 3\%$	$0.009 \pm 8\%$
Tampere	11.4.2001	1.4 ± 0.1	$0.010 \pm 3\%$	$0.050 \pm 5\%$
	30.10.2001	2.0 ± 0.1	$0.011 \pm 3\%$	$0.009 \pm 6\%$
Turku	8.11.2001	2.4 ± 0.1	$0.007 \pm 3\%$	< 0.001
Rovaniemi	25.4.2001	2.0 ± 0.1	$0.0001 \pm 5\%$	< 0.001
	23.10.2001	1.5 ± 0.1	$0.0005 \pm 5\%$	< 0.001

8 Maidon radioaktiiviset aineet

Maidon radioaktiivisten aineiden pitoisuuksien seuranta on tärkeää, koska ympäristössä olevat radionuklidit siirtyvät tehokkaasti rehun kautta maitoon. Meijerimaidon keruu laajoilta alueilta antaa kuvan alueen radioaktiivisuustasosta. Maito on tärkeä osa ravinnosta, joten sen kautta saatava säteilyannos suuren kulutuksen takia voi olla merkittävä. Maidon valvontaohjelman paikkakunnat on valittu siten, että ne antavat riittävän kattavan kuvan Suomessa tuotetun maidon radioaktiivisten aineiden pitoisuuksista. Valinnassa on huomioitu alueellisen kattavuuden lisäksi erilaiset tuotanto-olosuhteet, mm. maaperä ja laskeumataso. Paikkakunnat edustavat samoja alueita, joilta kerätään näytteitä muihin säteilyvalvontaohjelmiin.

Näytteenotto

Näytteenottomeijerien paikkakunnat ovat Riihimäki, Joensuu, Jyväskylä, Rovaniemi ja Seinäjoki (Kuva 8.1). Viikoittain kerättävät näytteet pakastetaan ja yhdistetään kuukausinäytteiksi analysointia varten.

Näytteiden käsittely ja analysointi

Näytteet haihdutetaan ja tuhitetaan ennen analysointia. Tuhitetuista kuukausinäytteistä määritetään ^{137}Cs gammaspektrometrillä mittauksella. ^{90}Sr -määritykset tehdään neljännesvuosittain yhdistetyistä näytteistä erottamalla strontium ioni-

kromatografisella menetelmällä ja mittaamalla ^{90}Sr nestetuikespektrometrillä.

Tulokset

^{137}Cs -pitoisuudet maidossa ovat jo lähes samaa tasoa kuin ennen Tshernobylin ydinonnettomuutta. Laskeuman epätasainen jakautuminen näkyy vielä maidon pitoisuuksissa. Havaitut pitoisuudet ovat noin tuhannesosa siitä toimenpidetasosta ja elintarvikekaupan raja-arvosta (1000 Bq/l), jota sovelletaan Euroopan unionin alueella ydinonnettomuuden jälkeisessä tilanteessa (87/3954/Euratom, 89/2218/EEC).

Maidon alueelliset ^{137}Cs - ja ^{90}Sr -pitoisuudet on esitetty kuukausittain kuvassa 8.1. ^{137}Cs -pitoisuudet olivat 0,2 - 1,5 Bq/l. Ne olivat korkeimmat alueella, joka sai eniten laskeumaa Tshernobylin onnettomuuden jälkeen. Kuvassa 8.2 on esitetty ^{137}Cs -pitoisuudet 1960-luvulta lähtien Etelä-Suomen maidossa. Näytteenottoalue on vaihdellut eri aikoina.

Maidosta aiheutuva säteilyannos oli 0,0007 - 0,0025 mSv vuonna 2001. Tästä säteilyannoksesta ^{90}Sr :n osuus oli runsas kymmenesosa. Arviossa on oletettu maidon kulutukseksi 140 litraa vuodessa henkilöä kohti.

Yhteyshenkilö: Eila Kostiainen, Säteilyturvakeskus (eila.kostiainen@stuk.fi).

8 Radioaktiva ämnen i mjölk

Övervakning av halten av radioaktiva ämnen i mjölk är viktig, eftersom radionuklider i miljön mycket effektivt via fodret kommer med i mjölken. Prov på mejerimjölken från många områden ger en bild av radioaktivitetsnivån på olika områden. Mjolk är en viktig del av födan, varför den stråldos som man kan få via mjölken kan bli betydande på grund av den stora konsumtionen av mjölk. Orterna för övervakning av radioaktiviteten i mjölk har valts så, att de kan ge en tillräckligt täckande bild av halterna i den finländska mjölken. Orterna valdes med beaktande av regional täckning och olika produktionsförhållanden, såsom jordmån och nedfallsnivå. Orterna representerar samma områden som man använder för provtagning i andra stråltillsynsprogram.

Provtagning

Proven tas i mejerier i Riihimäki, Joensuu, Jyväskylä, Rovaniemi och Seinäjoki (Bild 8.1). Prov tas varje vecka, fryses ner och sammanslås till ett prov för varje månad.

Hantering och analys av proven

Proven indunstas och föraskas före analysen. I de föraskade proven för varje månad bestäms ^{137}Cs med gammaspektrometer. Mätningen av ^{90}Sr görs ur kvartalsvis sammanslagna prov ur vilka strontium avskiljs först med jonkromatografi och ^{90}Sr bestäms med vätske-scintillospektrometer.

Resultat

^{137}Cs -halten i mjölk är nu nästan på samma nivå som före Tjernobylyckan. Nedfallets ojämna regionala fördelning syns ännu i mjölken. De observerade halterna är cirka en tusendel av det åtgärdsnivå och gränsvärde för handeln med livsmedel (1000 Bq/l), som tillämpas i Europeiska unionen efter kärnolyckan (87/3954/Euratom, 89/2218/EEC).

De regionala halterna av ^{137}Cs och ^{90}Sr i mjölk under olika månader finns i bild 8.1. ^{137}Cs -halterna var 0,2 - 1,5 Bq/l. De var högst på de områden som utsattes för det största nedfallet efter olyckan i Tjernobyl. I bild 8.2 visas halterna av ^{137}Cs från och med 1960-talet i mjölk i södra Finland. Prov har tagits på olika områden under olika tider.

Stråldosen förorsakad av mjölk var 0,0007 - 0,0025 mSv år 2001. Andelen av ^{90}Sr av denna stråldos var under 20 %. Konsumtion av mjölk har i uppskattningen antagits vara 140 liter per år per person.

Kontaktperson: Eila Kostiainen, Strålsäkerhetscentralen (eila.kostiainen@stuk.fi).

8 Radioactive substances in milk

For monitoring purposes, cow's milk is generally the most important foodstuff as grass is an efficient collector of atmospheric contaminants, and radionuclides are rapidly passed from grass to milk. Sampling of dairy milk provides a method of carrying out surveillance of large areas. Consumption of milk and dairy products is one of the most important pathways for uptake of radionuclides to man. The sampling sites of milk in the monitoring program are chosen to give representative information about the radioactivity in milk produced in Finland. In choosing the sampling sites the different production conditions (soil type, deposition) have been considered. The sampling sites represent the same areas used in sampling for other radiation monitoring programs.

Sampling

The sampling sites are dairies in Riihimäki, Joensuu, Jyväskylä, Rovaniemi and Seinäjoki (Fig. 8.1). The weekly samples from each sampling site are frozen, and then bulked monthly for analysing.

Pre-treatment and analysing

The samples are evaporated and ashed before analysing. ^{137}Cs is determined by gamma spectrometric measurements on the ashed samples. ^{90}Sr is determined from quarterly bulked samples by separating strontium with an ionchromatographic method and thereafter measuring ^{90}Sr with a liquid scintillation spectrometer.

Results

^{137}Cs contents in milk are nearly at the same level as before the deposition caused by the Chernobyl accident. The effect of the uneven distribution of the Chernobyl deposition is still seen in the results. The concentrations of ^{137}Cs observed are about one thousandth of the action level and the maximum permitted level (1000 Bq/l) which will be applied within the European Union after a nuclear accident (87/3954/Euratom, 89/2218/EEC).

The areal monthly concentrations of ^{137}Cs and quarterly concentrations of ^{90}Sr in milk are given in Fig. 8.1. The range of ^{137}Cs contents in milk was 0.2-1.5 Bq/l. The concentrations were highest in the areas with the highest deposition after the Chernobyl accident. The ^{137}Cs concentrations in milk in southern Finland since 1960 are given in Fig. 8.2. The sampling area has not been the same during all the years.

The radiation dose received through milk was 0.0007 - 0.0025 mSv in 2001. Less than 20% of this radiation dose was due to ^{90}Sr . Consumption of milk was assumed to be 140 l per person per year in this dose estimate.

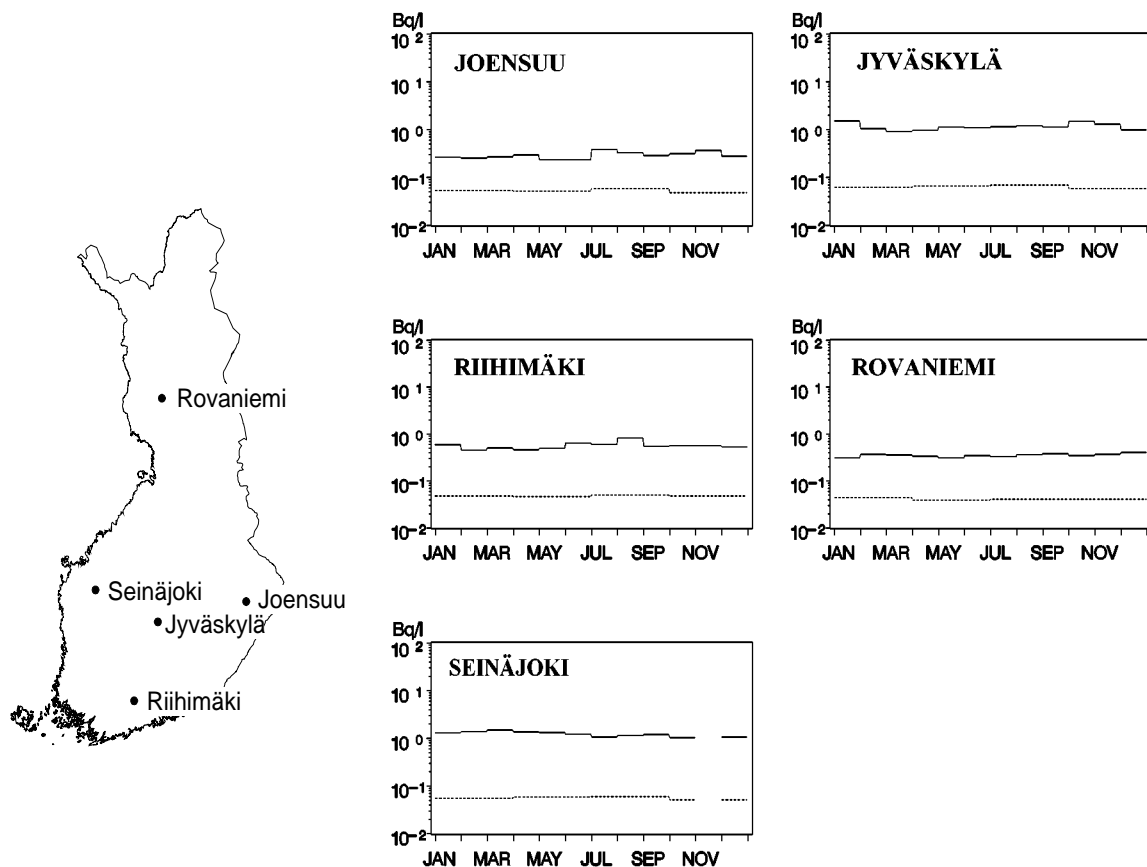
Contact person: Eila Kostiainen, Radiation and Nuclear Safety Authority (eila.kostiainen@stuk.fi).

Taulukko VIII. ^{137}Cs ja ^{90}Sr -pitoisuudet (Bq/l) maidossa vuonna 2001, neljännesvuosi- ja vuosikeskiarvot.

Tabell VIII. ^{137}Cs ja ^{90}Sr -halter (Bq/l) i mjölk år 2001, kvartals- och årsmedeltal.

Table VIII. The concentrations of ^{137}Cs and ^{90}Sr (Bq/l) in milk in 2001, quarterly and annual means.

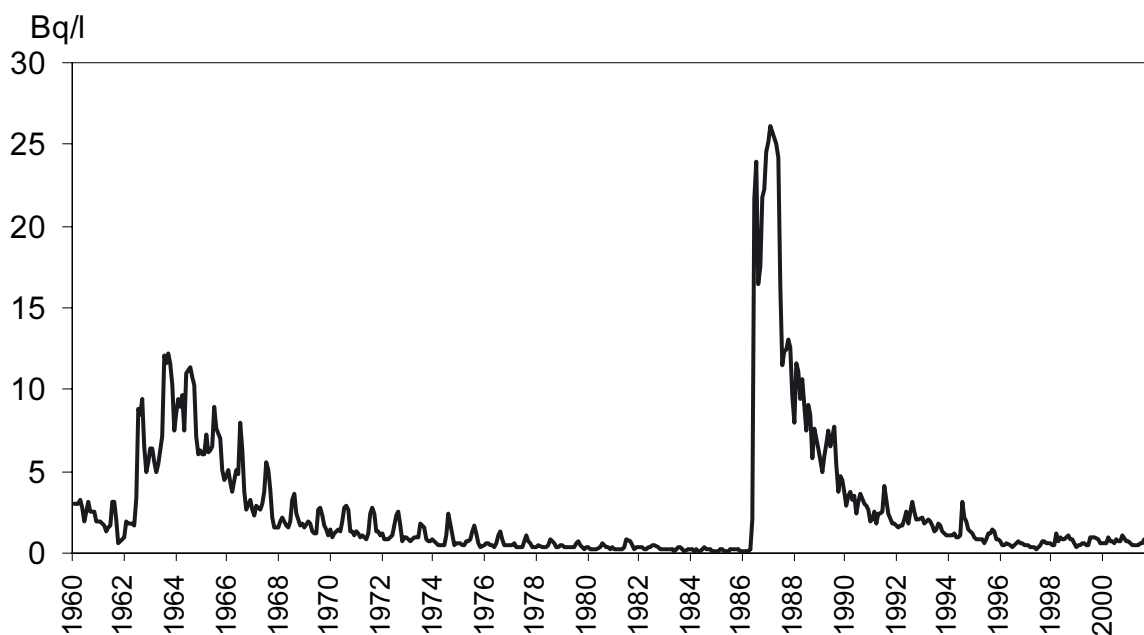
Site	1.1.-31.3.		1.4.-30.6.		1.7.-30.9.		1.10.-31.12.		1.1.-31.12.	
	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
Joensuu	0.26	0.053	0.25	0.052	0.33	0.059	0.32	0.048	0.29	0.053
Jyväskylä	1.2	0.062	1.1	0.066	1.2	0.069	1.3	0.059	1.2	0.064
Riihimäki	0.52	0.048	0.53	0.046	0.66	0.050	0.55	0.048	0.57	0.048
Rovaniemi	0.35	0.044	0.33	0.039	0.36	0.041	0.37	0.041	0.35	0.041
Seinäjoki	1.4	0.055	1.3	0.059	1.1	0.060	1.1	0.051	1.2	0.056



Kuva 8.1 Maitonäytteiden keräyspaikkakunnat ja ^{137}Cs - ja ^{90}Sr - pitoisuuksien kuukausikeskiarvot maidossa vuonna 2001, (____ ^{137}Cs , ^{90}Sr).

Bild 8.1. Provtagningsorter för mjölk och månadsmedeltal av ^{137}Cs och ^{90}Sr i mjölk, 2001 (____ ^{137}Cs , ^{90}Sr).

Fig. 8.1. The sampling sites of milk and areal concentrations of ^{137}Cs and ^{90}Sr (Bq/l) in milk in 2001, (____ ^{137}Cs , ^{90}Sr).



Kuva 8.2. Maidon keskimääräinen ^{137}Cs -pitoisuus Etelä-Suomessa tuotetussa maidossa vuodesta 1960 lähtien.

Bild 8.2. Genomsnittlig halt av ^{137}Cs i mjölk producerats i Södra Finland sedan 1960.

Fig. 8.2. ^{137}Cs in milk (Bq/l) in southern Finland since 1960.

9 Elintarvikkeiden radioaktiiviset aineet

Elintarvikenäytteiden radioaktiivisuusmittausten tavoitteena on hankkia tietoa radionuklidien saannista ruoan kautta. Kun tunnetaan elintarvikkeiden sisältämien radioaktiivisten aineiden pitoisuudet ruoassa, voidaan arvioida väestön ravinnon kautta saamaa päivittäistä säteilyaltistusta. Koko vuorokauden aterioiden analysointi yksittäisten elintarvikkeiden sijasta antaa suoraan saannin, jossa on jo huomioitu ruoan valmistus- ja kulutustekijät. Näytteenoton paikkakunnat on valittu edustamaan suurimpia asutuskeskuksia sekä alueita, jotka ovat mukana muissa valvontaohjelmissa. Paikkakunnat ovat Etelä-, Keski- ja Pohjois-Suomessa, jolloin elintarvikkeiden käytön alueelliset erot tulevat huomioonotetuiksi.

Tämä valvontaohjelma antaa kuvan suurkeittiöiden ravinnon radioaktiivisuustasosta. Runsaasti luonnontuotteita (sieniä, metsämarjoja, riis-taa, järvikalaa) sisältävässä ravinnossa voi olla huomattavasti enemmän radioaktiivisia aineita.

Näytteenotto

Näytteet kerätään kahdesti vuodessa kolmelta paikkakunnalta (Kuva 7.1). Näytteenoton ajankohdat ovat huhtikuu ja lokakuu, jolloin syksyn näytteenotossa ovat mukana uuden sadon tuotteet. Näytteenottopaikkoina ovat sairaaloiden suurkeittiöt. Näytteet sisältävät vuorokauden kaikki ateriat mukaan lukien leivät ja juomat. Ateriat on suunniteltu siten, että vuorokauden energiasisältö on n. 8400 - 9200 kJ.

Näytteiden käsittely ja analysointi

Vuorokauden kaikki ateriat yhdistetään yhdeksi näytteeksi, juomat ja ruoka erikseen. Kiinteät ruokanäytteet kuivataan, homogenisoidaan ja poltetaan tuhkaksi. Juomat haihdutetaan lämpölamp-pujen alla ja tuhitetaan. ^{137}Cs määritetään gam-maspektrometrillä mittauksella tuhitetuista

ruoka- ja juomanäytteistä. Strontiumanalyysia varten ruoka- ja juomanäytteet yhdistetään. Strontium erotetaan kemiallisesti typpihapposa-ostusmenetelmällä, minkä jälkeen ^{90}Sr määrite-tään nestetuikemittauksella.

Tulokset

Päivittäisen ravinnon ^{137}Cs - ja ^{90}Sr -pitoisuudet ovat pieniä, koska ruoan raaka-aineena käytetyt maataloustuotteet ovat lähes puhtaita radioaktiivisista aineista. Vaihtelut tuloksissa johtuvat lähinnä näytteenottopäivän dieetin ja ruoan alueel-lisen alkuperän vaihteluista. ^{137}Cs -pitoisuudet ruoassa olivat 0,14 - 12 Bq/kg ja juomissa 0,2-0,6 Bq/l. Päivittäinen cesiumin saanti ruoan kautta vaihteli välillä 0,2 - 18 Bq/d ja juomien kautta 0,2 - 1,2 Bq/d. ^{137}Cs -määritysten mittausvirhe oli 3-8% ja ^{90}Sr -määritysten virhe 5%. Aluekohtaiset tu-lokset on esitetty taulukossa IX.

Suurkeittiöiden ruokaa käyttävien ruoasta saama säteilyannos oli alle 0,01 mSv vuonna 2001, josta ^{137}Cs :sta aiheutuva osuus oli yli 80 %. Runsaasti luonnontuotteita käyttävän henkilön saama säteilyannos voi olla kymmenkertainen tähän verrattuna.

Yhteyshenkilö: Eila Kostiainen, Säteilyturvakeskus (eila.kostiainen@stuk.fi).

9 Radioaktiva ämnen i livsmedel

Målet för radioaktivitetsmätningar i livsmedel är att erhålla uppgifter om intaget av radionuklider via födan. När man känner halterna av radioaktiva ämnen i livsmedel, kan man beräkna den dagliga stråldos som befolkningen får via födan. Analys av måltider under ett helt dygn istället för analys av enstaka livsmedel ger direkt intaget, och faktorer som beror av tillagningen och konsumtionen blir därmed beaktade. Orterna för provtagning har valts så att de representerar stora bostadscentra samt områden, som ingår i tillsynsprogrammen. Orterna finns i södra, mellersta och norra Finland, och regionala skillnader i användningen av livsmedel kan därmed beaktas.

Detta tillsynsprogram ger en bild av radioaktivitetsnivån i födan i storkök. Föda som innehåller rikligt med naturprodukter (svampar, skogsbär, villebråd, insjöfisk) kan innehålla betydligt större mängder radioaktiva ämnen.

Provtagning

Proven tas två gånger årligen på tre orter (bild 7.1). Tidpunkterna för provtagningen är april och oktober, varvid provtagningen på hösten innefattar den senaste skörden. Proven tas i sjukhusens storkök. De innehåller alla måltider under dygnet, inklusive bröd och drycker. Måltiderna har planerats att ge ca 8400 - 9299 kJ per dygn.

Hantering och analys av proven

Alla måltider under dygnet sammanslås till ett enda prov, drycker och mat skilt för sig. De fasta proven på mat torkas, homogeniseras och bränns till aska. Dryckerna indunstas under värmelampor och föraskas. ^{137}Cs bestäms med gammaspektrometri ur de föraskade proven på mat och dryck. För utförande av strontiumanalys sammanslås

proven på mat och dryck. Strontium avskiljs kemiskt genom utfällning med salpetersyra, varefter halten av ^{90}Sr bestäms med vätskescintillometer.

Resultat

Halterna av ^{137}Cs och ^{90}Sr är små, eftersom de lantbruksprodukter som användes som ingredienser är nästan fria från radioaktivitet. Små variationer i mätresultaten beror närmast på variationer i provtagningsdagens matsedel och regionalt ursprung av ingredienser. ^{137}Cs -halterna i maten var 0,14 - 12 Bq/kg och i dryckerna 0,2 - 0,6 Bq/l. Det dagliga intaget av cesium i maten varierade mellan 0,2 - 18 Bq/d och i dryckerna 0,2 - 1,2 Bq/d. Mätfelet i bestämningarna av ^{137}Cs var 3-8% och vid bestämningarna av ^{90}Sr var felet 5%. De regionala mätresultaten finns i tabell IX.

Stråldosen av människor som använder födan från storkök var år 2001 i medeltal under 0,01 mSv, varav andelen förorsakade av ^{137}Cs var över 80%. Stråldosen av människor som använder rikligt med naturprodukter kan vara tiofaldig.

Kontaktperson: Eila Kostiainen, Strålsäkerhetscentralen (eila.kostiainen@stuk.fi).

9 Radioactive substances in foodstuffs

The main focus of the foodstuffs monitoring program is to get information about the intake of radionuclides through ingestion for estimation of internal doses. The analysis of the whole mixed diet samples instead of the main components of diet gives the intake, where the consumption and foodprocessing are already included. The sampling sites are chosen to represent bigger population centres and the same areas used in other radiation monitoring programs. The sites are situated in southern, central and northern Finland in order to consider the areal differences in the composition of diets.

This monitoring program typifies the food made in institutional kitchens, and the level of radioactivity in it. In the food containing a lot of natural products (mushrooms, wild berries, game, freshwater fish) the radioactivity concentrations may be remarkably higher.

Sampling

The diet samples are collected twice a year in three sites, Helsinki, Tampere and Rovaniemi (Fig. 7.1). The sampling times are April and October, so that the products of the new crop are included in the autumn sampling. The sampling sites are the institutional kitchens of big hospitals. All the meals with bread and drinks during one day are included in the samples. The meals are planned so that the energy content in a day's diet is about 8400 - 9200 kJ.

Pre-treatment and analysing

All the meals of the sampling day are bulked together before the analyses. The solid food samples are dried, homogenised and ashed. The drink samples are evaporated under infra-red thermal

lamps and ashed. ^{137}Cs is determined with gamma spectrometric measurement from the ashed food and drink samples. The drink and food samples are combined for the strontium analysis. Strontium is separated from the samples chemically using successive nitrate precipitations, and ^{90}Sr is determined with liquid scintillation spectrometer.

Results

The concentrations of ^{137}Cs and ^{90}Sr in the daily diet are low, because the agricultural products used as raw material are nearly free of artificial radionuclides. The fluctuations in the results are mostly due to the variations in the diets of the sampling day and regional raw materials. The concentrations of ^{137}Cs in the solid food ranged from 0.14 to 12 Bq/kg, and in the drinks from 0.2 to 0.6 Bq/l. The daily intakes of ^{137}Cs via food ranged from 0.2 to 18 Bq/d, and via drinks from 0.2 to 1.2 Bq/d. The measurement uncertainty for ^{137}Cs was 3-8 % and for ^{90}Sr 5 %. The areal results are given in Table IX.

The average internal radiation dose received through food from institutional kitchens in 2001 is less than 0.01 mSv, of which over 80 % is due to ^{137}Cs . People using a lot of natural products may receive ten times higher radiation doses.

Contact person: Eila Kostiainen, Radiation and Nuclear Safety Authority (eila.kostiainen@stuk.fi)

Taulukko IX. ^{137}Cs :n ja ^{90}Sr :n päivittäinen saanti ruoasta vuonna 2001.

Tabell IX. Daglig tillförsel av ^{137}Cs och ^{90}Sr i maten år 2001.

Table IX. The daily intake of ^{137}Cs and ^{90}Sr via ingestion in 2001.

Site	Sampling date	^{137}Cs (Bq/d) meal	^{137}Cs (Bq/d) drinks	^{90}Sr (Bq/d) meal + drinks
Helsinki	17.4.2001	0.81	0.34	0.12
	16.10.2001	0.20	0.65	0.13
Rovaniemi	24.4.2001	0.64	0.15	0.10
	23.10.2001	18.2	0.26	0.12
Tampere	11.4.2001	0.22	0.62	0.14
	30.10.2001	1.6	0.42	0.14

10 Radioaktiiviset aineet ihmisessä

Ihminen voi saada radioaktiivisia aineita elimistöönnsä hengittämällä tai ravinnon mukana. Nämä aineet ovat joko luonnollista alkuperää tai keinotekoisesti synnytettyjä. Näistä gamma-säteilyä lähettäviä aineita voidaan mitata suoraan ihmisen kehosta. Mittaukset tehdään ns. kokokehomittauslaitteistoilla. Säteilyturvakeskuksessa on kaksi tällaista laitteistoa, toinen kiinteästi asennettu laboratorioon Helsingissä ja toinen liikkuva. Kiinteästi asennettu mittaussysteemi otettiin käyttöön vuonna 1965 ja liikkuva systeemi kymmenen vuotta myöhemmin.

Mittaukset

Vuonna 2001 mittauksia tehtiin Helsingissä, Rovaniemellä ja Tampereella, kuva 7.1. Helsingissä laboratoriossa oleva mittaussysteemi on sijoitettu 80 tonnia painavaan rautahuoneeseen. Paksujen rautaseinien tarkoituksena on vaimentaa ympäristöstä tulevaa taustasäteilyä. Keveämpi, noin 2,5 tonnia painava malli on asennettu kuorma-autoon, kuva 10.1. Mittauslaitteistoon kuuluu mittaustuoli johon mitattava henkilö asetuu ja sen yläpuolella oleva gamma-säteilyä havaitsema ilmaisim. Mitattava aktiivisuusmäärä on yleensä pieni ja siksi ympäristöstä tulevan häiritsevän taustasäteilyn vaimentamiseksi tuoli on tehty lyijystä ja säteilylilmaisim ympäröity lyijyvaipalla.

Kokokehomittauksessa ihmiseen ei kohdistu säteilyä. Mittaus perustuu kehossa olevien radioaktiivisten aineiden hajotessaan lähettämään gammasäteilyn havaitsemiseen. Tällä hetkellä tärkein ravinnon mukana ihmiseen kulkeutuvista keinotekoisista radioaktiivisista aineista on ^{137}Cs .

Mitattavat ihmisryhmät

Suomessa on vuodesta 1965 lähtien seurattu helsinkiläistä vertailuryhmää. Vuonna 2001 on tämän ryhmän sekä Helsingistä ja Rovaniemeltä kouluympäristöstä valittujen ryhmien lisäksi mitattu myös vastaava ryhmä Tampereelta. Näistä mittauksista saatujen tulosten perusteella arvioidaan suomalaisten keskimäärin saa-

ma säteilyannos keinotekoisista radioaktiivisista aineista. Tampere edustaa Suomessa Tshernobylin onnettomuuden aiheuttaman korkeimman laskeuman aluetta.

Helsingin ja Rovaniemen ryhmiin kuuluu henkilöitä kahdesta eri koulusta täydennettyinä Säteilyturvakeskukseen henkilökuntaan kuuluvilla. Tamperelaisen koulun ryhmässä on oppilaita ja opettajia. Henkilöiden valinta perustuu vapaaehtoisuuteen. Mitattavilta kysytään lyhyesti ruokavaliosta ja tiettyjen runsaasti radiocesiumia sisältävien elintarvikkeiden kulutuksesta.

Tulokset

Mittaustulokset ovat kuvassa 10.2. Kuvassa oleviin tuloksiin sisältyvät vain aikuisten (yli 15-vuotiaiden) mittaustulokset. Aikuisten ryhmässä oli Helsingissä 33, Rovaniemellä 42 ja Tampereella 32 henkilöä. Helsingissä suurin mitattu cesiumaktiivisuus kehossa oli 720 Bq ja pienin alle havaitsemisrajan 30 Bq. Vastaavat luvut olivat Rovaniemellä 2200 Bq ja alle 50 Bq sekä Tampereella 1600 Bq ja alle 50 Bq. Lapsia (alle 15-vuotiaita) ryhmissä oli niin vähän, että heidän tuloksista voidaan vain sanoa, että kehossa oleva cesiumaktiivisuus oli yleensä alle 100 Bq. Tämä sopii hyvin yhteen aikaisemmissa tutkimuksissa saatujen tulosten kanssa. Kuvas- ta nähdään myös Tampereen seudun korkeamman laskeuman vaikutus mittaustuloksiin.

Kuvassa 10.3 on esitetty keskimääräinen ^{137}Cs -aktiivisuus helsinkiläisen vertailuryhmän jäsenissä 1960-luvun puolivälistä lähtien. Kuvassa erottuvat selvästi ilmakehässä suoritettujen ydinkokeiden ja Tshernobylin ydinonnettomuuden vaikutukset kehossa olevaan cesium aktiivisuuteen.

Kehossa olevan ^{137}Cs :n arvioitiin vuonna 2001 aiheuttaneen keskimäärin noin 0,01 mSv säteilyannoksen, eli alle prosentin suomalaisen keskimääräisestä vuosittaisesta säteilyannoksesta 4 mSv.

Yhteyshenkilö: Tua Rahola, Säteilyturvakeskus (tua.rahola@stuk.fi)

10 Radioaktiva ämnen i människokroppen

Människan kan få i sig radioaktiva ämnen genom att andas in dem eller med födan. Dessa ämnen är antingen av naturligt ursprung eller konstgjorda. De ämnen som utsänder gammastrålning kan mätas direkt i människokroppen med helkroppsmätning. Strålsäkerhetscentralen har två utrustningar för detta, den ena är fast installerad i laboratoriet i Helsingfors och den andra är rörlig. Den fasta helkroppsmätaren togs i bruk år 1965 och den rörliga tio år senare.

Mätningar

Mätorterna Helsingfors, Tammerfors och Rovaniemi visas i bild 7.1. Helkroppsmätaren i laboratoriet har placerats i ett järnrum som väger 50 ton. De tjocka järnväggarna dämpar den bakgrundsstrålning som kommer från miljön. En lättare modell, som väger ca 2,5 ton, har placerats i en lastbil, bild 10.1. Mätutrustningen består av en stol som försökspersonen placerar sig i, och en detektor som finns ovanför stolen. Den aktivitet som mäts är vanligen liten och för att den störande bakgrundsstrålningen från omgivningen skall dämpas har stolen gjorts av bly och detektorn har omgett med ett blyskydd.

Vid helkroppsmätning utsätts försökspersonen inte för strålning. Mätningen fungerar genom att observera den gammastrålning som radioaktiva ämnen i kroppen utsänder vid sitt sönderfall. För närvarande är ^{137}Cs det viktigaste radioaktiva ämnet som människorna får via födan.

Människogrupper som mätts

I Finland har sedan år 1965 mätts en referensgrupp av helsingforsare. År 2001 mättes dessutom tre grupper från skolmiljö, en i Helsingfors, en annan i Rovaniemi och den tredje i Tammerfors. På basis av resultaten av dessa mätningar har

man beräknat den stråldos som finländarna i medeltal får från konstgjorda radioaktiva ämnen.

I grupperna ingår personer från två olika skolor kompletterade med personal från Strålsäkerhetscentralen utom i Tammerfors där endast elever och lärare från den valda skolan ingår. Personerna deltar frivilligt. De tillfrågas kortfattat om vilken mat de äter samt hur mycket de konsumerar av vissa livsmedel som innehåller rikligt med radiocesium.

Resultat

Resultaten finns i bild 10.2. Endast mätresultat för personer över 15 år har medtagits. I gruppen från Helsingfors fanns 33, i den från Rovaniemi 42 och i den från Tammerfors 32 personer. I Helsingfors var det högsta uppmätta ^{137}Cs värdet 720 Bq och det lägsta under detekteringsgränsen 30 Bq. I Rovaniemi var de motsvarande värdena 2200 Bq och under 50 Bq och i Tammerfors 1 600 Bq och 50 Bq.

Det fanns så få barn (under 15 år) att man bara kan säga om mätresultaten för barnens del att radioaktiviteten i kroppen i allmänhet var under 100 Bq. Detta stämmer bra med resultaten från tidigare undersökningar.

Bild 10.3 visar kroppsinnehållet av ^{137}Cs som medelvärde för män och kvinnor i referensgruppen från Helsingfors mätt årligen sedan 1965. Inverkan av kärnvapenprov i atmosfären och av Tjernobylolyckan på cesium-aktiviteten i kroppen ses tydligt i bilden.

År 2001 uppskattades ^{137}Cs i människokroppen i medeltal förorsaka en stråldos om cirka 0,01 mSv eller mindre än 1 procent av den totala stråldosen 4 mSv, som finländarna årligen får.

Kontaktperson: Tua Rahola, Strålsäkerhetscentralen (tua.rahola@stuk.fi).

10 Radioactivity in man

Radioactive substances may enter the human body via breath or with foodstuffs. These substances are either of natural or of artificial origin. Radionuclides emitting gamma radiation can be measured directly from the human body. The measurements are done with a whole-body counting system. There are two such systems at STUK. One is a permanently installed system in the laboratory and the other a mobile system. The stationary system was installed in 1965 and the mobile system ten years later.

The measurements

In 2001 the measurements were done in Helsinki, Rovaniemi and Tampere as shown in Figure 7.1. The stationary system is installed inside a 50 ton iron room. The thick iron walls are there to reduce the environmental background radiation. The less heavy, weight about 2,5 ton, system is installed in a truck. The truck is shown in Figure 10.1. The mobile system includes a measurement chair for the person to be measured and above that a sensitive gamma detector. The amount of radioactive substances to be measured is usually small and the chair is made of lead to reduce the disturbing background radiation from the environment

The measurement itself does not cause any additional exposure to radiation. The measurement is based on detection of radiation emitting from radioactive substances in the body. Today ^{137}Cs is the most important radionuclide transported via foodstuffs to man.

Groups of people to be measured

In Finland, a reference group from Helsinki has been monitored since 1965. The Rovaniemi group was followed since 1999 and in 2001 a group from Tampere was added. The new group included children and teachers from a local school. In Hel-

sinki and Rovaniemi the groups from schools and persons from STUK were measured. All persons measured were volunteers. They were interviewed for information on eating habits and consumption of certain foodstuffs known to contain rather high concentrations of ^{137}Cs . Based on the results of these measurements the mean internal radiation dose from artificial radioactive substances can be estimated.

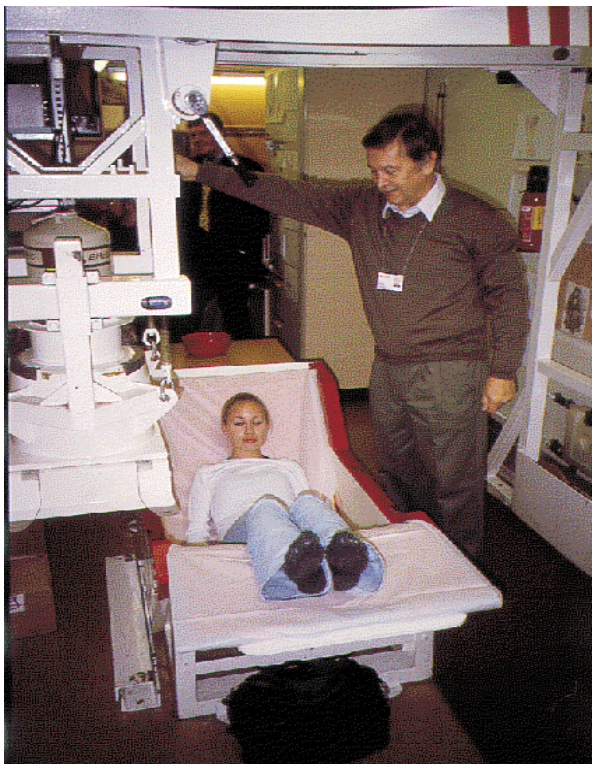
Results

The results are presented for the adults (older than 15 years) in Helsinki, Rovaniemi and Tampere in Figure 10.2. In the Helsinki group there were 33, in the Rovaniemi group 42 and in the Tampere group 32 persons. In Helsinki the highest content was 720 Bq and the lowest below the detection level 30 Bq. In Rovaniemi the corresponding values were 2200 Bq and below 50 Bq and in Tampere 1 600 Bq and below 50 Bq. Only a few children were measured and their body contents were usually below 100 Bq. This result is in good agreement with results from our earlier studies.

Figure 10.3 shows the mean Cs-137 activity in the Helsinki reference group measured since 1965. The figure shows the influence of the atmospheric nuclear weapons tests and of the Chernobyl accident on the body cesium activity.

The mean internal radiation dose from ^{137}Cs in 2001 was estimated at 0.01mSv, or less than one percent of the total mean annual radiation dose 4 mSv.

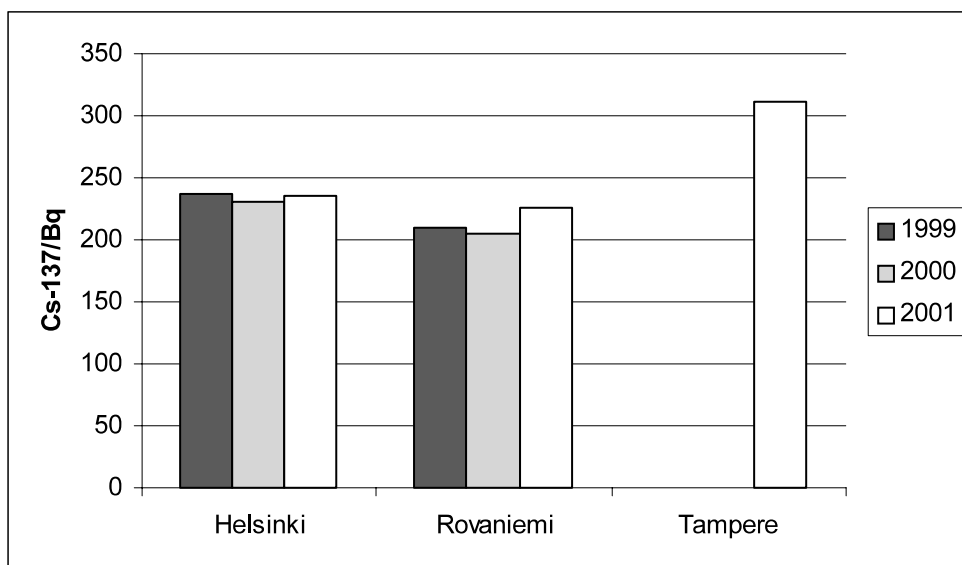
Contact person: Tua Rahola, Radiation and Nuclear Safety Authority, (tua.rahola@stuk.fi).



Kuva 10.1. Kokokehomittauksissa käytettävä liikkuva laboratorio.

Bild 10.1. Det mobila helkroppsmättningslaboratoriet är installerat i en lastbil.

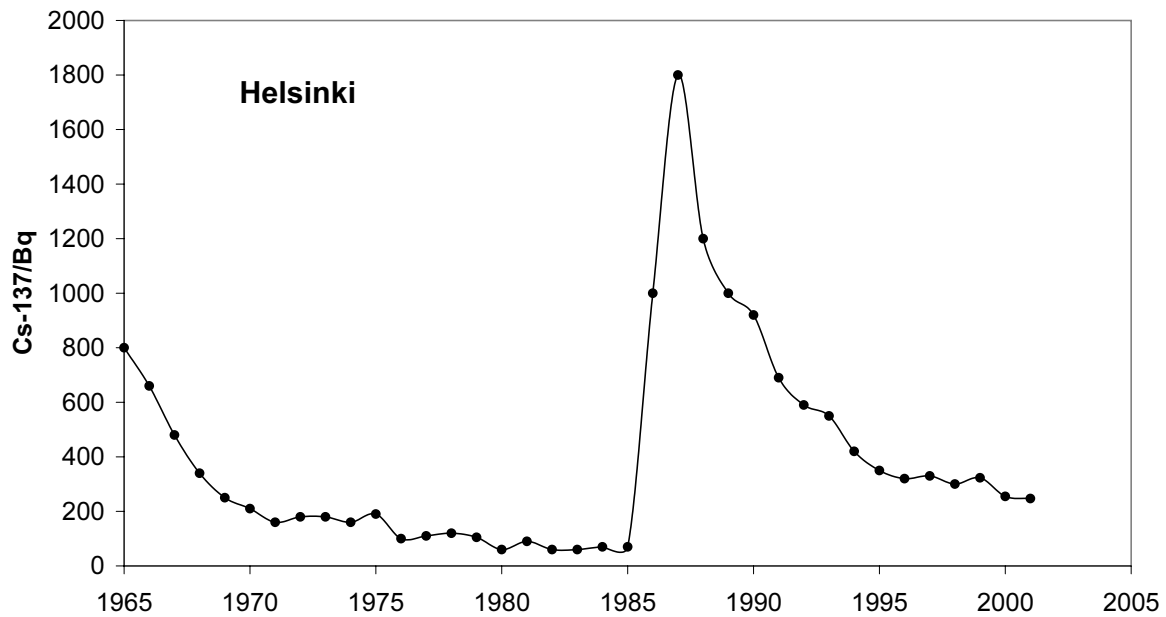
Fig 10.1. The mobile laboratory is installed in a truck.



Kuva 10.2. Kehossa oleva keskimääräinen Cs-137 sisältö vuoden 2001 loppupuolella. Ryhmissä on mukana kaikki yli 15-vuotiaat, jotka kävivät mittauksessa.

Bild 10.2. Kroppsinnehållet av Cs-137 som medelvärde för kvinnor och män i slutet av 2001. I grupperna ingår alla personer äldre än 15 år.

Fig 10.2. The Cs-137 body content as mean for women and men at the end of 2001. All persons older than 15 years are included in the groups.



Kuva 10.3. Kehossa oleva Cs-137 aktiivisuus miesten ja naisten aktiivisuuksien keskiarvona helsinkiläisessä vertailuryhmässä (mitattu vuosittain 1965 lähtien).

Bild. 10.3. Kroppsinnehållet av Cs-137 som medelvärde för män och kvinnor i referensgruppen från Helsingfors mätt årligen sedan 1965.

Fig. 10.3. Body content of Cs-137 as mean for men and women in the Helsinki reference group measured annually at STUK since 1965.

